



**Joaquim Filipe Duarte  
Tavares Aleixo**

**Marxan with Zones: Uma ferramenta de apoio ao  
planeamento e gestão das zonas costeiras e  
marinhas**





**Joaquim Filipe Duarte  
Tavares Aleixo**

**Marxan with Zones: Uma ferramenta de apoio ao  
planeamento e gestão das zonas costeiras e  
marinhas**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria de Fátima Lopes Alves, Professora Auxiliar com Agregação do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro e sob coorientação do Doutor Adriano Hugo Pereira Quintela, Bolseiro de Pós-Doutoramento do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro



## **o júri**

presidente

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Paula Duarte Gomes**

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro

vogais

**Prof.<sup>o</sup> Doutor Henrique José de Barros Brito Queiroga**

Professor Associado com Agregação do Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro

**Doutor Adriano Hugo Pereira Quintela**

Bolseiro de Pós-Doutoramento do Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Fátima Alves, um agradecimento pela orientação científica e pela compreensão e apoio ao longo das diversas fases de trabalho. Agradeço pela partilha de conhecimentos importantes à elaboração deste trabalho como de outras matérias discutidas e fundamentais à minha formação académica.

Ao meu coorientador, Doutor Adriano Quintela, por ter disponibilizado o seu tempo e conhecimento ao longo dos meses que me acompanhou e que permitiram desenvolver este trabalho.

Quero agradecer à Maria da Luz, pelo apoio e ajuda nas fases dedicadas à utilização dos programas em que tive a oportunidade de receber o seu auxílio.

Um agradecimento especial à minha mãe pelo apoio indispensável nestes últimos anos. Não esquecendo a restante família pelo suporte e acompanhamento.

Por último, agradecer aos meus amigos pelas boas amizades e memórias criadas, como a todos os professores que contribuíram para a minha formação. Obrigado a todos!





## palavras-chave

Marxan with Zones; Marxan; Ordenamento Espaço Marítimo; Mar territorial; Orla costeira; ArcGIS; Zonas de conservação e investimento

## resumo

O uso do espaço marítimo é de elevada importância para todos os países com linha de costa. A utilização das águas marinhas como via de transporte, como meio de sustento através da pesca e de toda a indústria anexa, pela exploração de recursos energéticos ou por atividades recreativas obrigam a que exista uma gestão sustentada deste espaço, evitando criar desequilíbrios nos ecossistemas.

Atualmente a proteção da biodiversidade tem um papel indispensável à sobrevivência de muitos seres vivos. Os ecossistemas aquáticos marinhos encontram nestas medidas uma garantia à sua sobrevivência com a implementação das áreas marinhas protegidas.

Nesta dissertação foi usada a ferramenta Marxan with Zones para a identificação de áreas prioritárias de conservação entre a Foz do Douro e o Cabo Raso, em Cascais. Foram apresentados vários cenários e os critérios utilizados na seleção da melhor opção. Este exercício é importante para conhecer as potencialidades deste programa no apoio ao planeamento e gestão do espaço marítimo e das zonas costeiras e marinhas.

Em suma, o *software* permite ao utilizador o uso de dados biológicos e socioeconómicos que aliados ao suporte teórico necessário à compreensão e definição de áreas protegidas facilitam a tomada de decisão na priorização e *design* de áreas de conservação da natureza e de investimento.



**keywords**

Marxan with Zones; Marxan; Marine Spatial Planning; Territorial sea; Coastal zones; ArcGIS; Investment and conservation zones

**abstract**

The maritime space has a major importance for all countries with shorelines. The use of marine waters as a way of transport, of subsistence through fishing and the whole associated industry, by the exploitation of energy resources or by recreational activities, requires a sustainable management of this space, avoiding the creation of ecosystemic imbalances.

Currently, the protection of biodiversity plays an indispensable role for the survival of many living beings. Marine aquatic ecosystems have a guarantee for their existence with the implementation of marine protected areas.

In this thesis, the Marxan with Zones tool was used to identify priority conservation areas between Foz do Douro and Cabo Raso in Cascais. Several scenarios and the criteria used to select the best option are presented. This exercise is important to understand the potential of this program to support the planning and management of maritime space and coastal and marine areas.

In short, the *software* allows the user to use biological and socioeconomic data combined with the theoretical support needed to create efficient protected areas and facilitate decision making in the prioritization and design of areas of nature conservation and investment.



## Índice

Índice .....	xiii
Índice de Figuras .....	xv
Índice de Tabelas .....	xvi
Abreviaturas .....	xvii
Capítulo 1 - Introdução .....	1
1.1 Breve apresentação da área de estudo.....	2
1.2 Objetivos .....	8
1.3 Metodologia .....	9
1.4 Estrutura do documento .....	9
Capítulo 2 - Suporte teórico sobre áreas marinhas protegidas e sobre o <i>software</i> de apoio ao seu desenho – Marxan with Zones .....	11
2.1 Planeamento e gestão do Espaço Marítimo .....	11
2.1.1 Enquadramento legal .....	11
2.1.2 Conceitos de apoio ao Ordenamento do Espaço Marítimo e à criação de Áreas Marinhas Protegidas .....	18
2.1.3 Necessidade de criação de áreas protegidas para habitats e espécies ameaçadas .....	21
2.1.4 Serviços dos ecossistemas.....	24
2.1.5 O que são e que tipologias existem de Áreas Marinhas Protegidas .....	25
2.2 Utilização do <i>software</i> Marxan with Zones para suporte da tomada de decisão.....	27
2.2.1 Origem e objetivo da utilização do Marxan with Zones.....	27
2.2.2 Importância deste <i>software</i> como ferramenta de apoio à tomada de decisão .....	29
2.2.3 Fases de planeamento no desenho de uma AMP .....	31
Capítulo 3 - Casos de estudo utilizando o Marxan with Zones - análise <i>benchmarking</i> .....	35
3.1 Distribuição das Áreas Marinhas Protegidas pelo globo.....	35
3.2 Descrição dos casos de estudo analisados.....	38
3.3 Limitações encontradas na sua aplicação .....	466
Capítulo 4 – Metodologia e aplicação do <i>software</i> ao caso de estudo .....	51
4.1 Caracterização da área de estudo .....	51
4.2 Descrição dos recursos biológicos e socioeconómicos da área de estudo .....	54
4.3 Informação espacial sobre os recursos biológicos e socioeconómicos .....	61
4.4 Marxan with Zones.....	68
4.5 Resultados .....	82
Capítulo 5 - Identificação e discussão das áreas prioritárias de conservação da natureza e investimento .....	91

Capítulo 6 - Considerações finais .....	95
Bibliografia .....	99
Anexo I.....	- 1 -
Anexo II.....	- 7 -

## Índice de Figuras

Figura 1 - Representação das regiões e sub-regiões da DQEM (Jensen et al., 2017) .....	2
Figura 2 - Enquadramento da área de estudo .....	7
Figura 3 - Estrutura da metodologia .....	9
Figura 4 - Mapa da rede nacional de áreas protegidas ( <a href="http://www2.icnf.pt/portal/ap">http://www2.icnf.pt/portal/ap</a> acedido a 8 de setembro de 2018, ICNF) .....	17
Figura 5 - Limites do mar (Governo de Portugal, 2013) .....	18
Figura 6 - Resultados provenientes do Marxan (Ardrón et al., 2010) .....	29
Figura 7 - Áreas Marinhas Protegidas [julho, 2018], (IUCN & UNEP-WCMC, 2018) .....	36
Figura 8 - Procedimento na seleção de casos de estudo para o <i>benchmarking</i> .....	39
Figura 9 - Principais espécies descarregadas por porto, toneladas. ( <a href="http://www.emodnet.eu/">http://www.emodnet.eu/</a> acedido a 20 de agosto de 2018, EMODNET) .....	57
Figura 10 - Escala dos estados de conservação ( <a href="http://www.iucnredlist.org">http://www.iucnredlist.org</a> acedido a 15 de agosto de 2018, IUCN) .....	60
Figura 11 - Mapa com a distribuição dos custos na área de estudo .....	74
Figura 12 - Cenários do Marxan por prioridade de conservação .....	85
Figura 13 - Resultados das "best solutions" do Marxan with Zones .....	90
Figura 14 – “Best solution” da corrida 3 do Marxan with Zones, “best solution” da corrida 7 do Marxan e áreas com estatuto de conservação na área de estudo em Portugal Continental .....	93

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Dados sobre os municípios da área de estudo .....	4
Tabela 2 - Dados sobre os municípios (PORDATA).....	5
Tabela 3 - Áreas marinhas protegidas de alguns países selecionados.....	37
Tabela 4 - As 10 maiores áreas marinhas protegidas ( <a href="https://www.protectedplanet.net/marine">https://www.protectedplanet.net/marine</a> acedido a 21 de agosto de 2018, IUCN & UNEP-WCMC).....	38
Tabela 5 - Elementos de suporte ao <i>benchmarking</i> , provenientes da análise de casos de aplicação do Marxan with Zones.....	40
Tabela 6 - Faturação por venda de pescado nos portos da área de estudo .....	56
Tabela 7 - Dados de suporte sobre a área de estudo.....	62
Tabela 8 - Habitats dentro da área de estudo.....	63
Tabela 9 - Dados sobre as espécies da área de estudo.....	66
Tabela 10 - Ficheiros de entrada no Marxan with Zones (M. E. Watts et al., 2008).....	70
Tabela 11 - Identificação dos recursos e dos <i>targets</i> iniciais de conservação.....	72
Tabela 12 - Valores de estado a atribuir às UP (Game et al., 2008).....	73
Tabela 13 - Alterações aos <i>inputs</i> nas corridas no Marxan.....	76
Tabela 14 - Alterações feitas nas corridas do Marxan with Zones.....	79
Tabela 15 - Resultados das corridas no Marxan baseados na “best solution” de cada corrida .....	84
Tabela 16 - Resultados das corridas no Marxan with Zones baseados na “best solution” de cada corrida .....	88
Tabela I - Tabela síntese dos elementos recolhidos para apoiar a análise <i>benchmarking</i> .....	-1-
Tabela II - Preços médios anuais da pesca descarregada (INE, 2018).....	-7-



## Abreviaturas

AP	Área Protegida
AMP	Área Marinha Protegida
CDB	Convenção sobre a Diversidade Biológica
CITES	Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies de Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção
DQEM	Diretiva-Quadro Estratégia Marinha
EBM	Gestão baseada nos ecossistemas
GEE	Gases com Efeito de Estufa
IBA	Áreas Importantes para as Aves e Biodiversidade
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Floresta
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
MAMAOT	Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território
MN	Milha Náutica
OEM	Ordenamento do Espaço Marítimo
ONG	Organização Não Governamental
PGBH	Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica
POEM	Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo
PSOEM	Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo
PSRN2000	Plano Setorial da Rede Natura 2000
RN2000	Rede Natura 2000
SIC	Sítios de Importância Comunitária
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UNCLOS	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
UNEP-WCMC	Centro Mundial de Monitorização da Conservação do Meio Ambiente das Nações Unidas
UE	União Europeia
UP	Unidade de Planeamento
WCPA	Comissão Mundial para as Áreas Protegidas
ZEE	Zone Económica Exclusiva
ZPE	Zona de Proteção Especial



## Capítulo 1 - Introdução

“Em poucas gerações, a forma de exploração dos recursos do Oceano passou de um nível local, em comunidades piscatórias estáveis que exploravam um número elevado de espécies, para um nível global com frotas móveis e industrializadas que capturam um número reduzido de espécies-alvo e que vão explorando níveis progressivamente inferiores da rede trófica e mudando de local de pesca à medida que os recursos-alvo se vão esgotando” (Pauly et al., 1998).

No século XX iniciou-se uma consciencialização global de que os recursos biológicos são finitos e que estávamos a exceder os seus limites, e por consequência verifica-se uma diminuição da diversidade biológica. Este pressuposto levou a uma alteração na relação entre o Homem e os recursos biológicos, diretamente ligados às suas necessidades básicas e bem-estar. A cada ano que passa a população global aumenta enquanto que demasiados seres vivos são extintos a um rácio superior ao que é conhecido pelo historial geológico. A par disto, o clima aparenta estar em transformação mais rápido do que nunca, agravando as consequências enumeradas (McNeely et al., 1990).

Estas consequências refletem-se nos diversos tipos de habitats que se encontram em perigo em várias regiões marítimas. Por exemplo, na Europa, o Mar Mediterrâneo tem 32% dos seus habitats ameaçados, seguindo-se o Nordeste Atlântico com 23% (Gubbay et al., 2016). As causas apontadas relacionam-se com a eutrofização dos meios aquáticos, a utilização desmesurada dos recursos biológicos na pesca e na aquicultura, além da floresta e agricultura ou das modificações aplicadas aos sistemas naturais devido a dragagens e obras de defesa da costa (Gubbay et al., 2016). Outros fatores que contribuem para tais impactes são a conversão de áreas selvagens em espaços dedicados à agricultura ou usos urbanos, as alterações climáticas e a introdução de espécies invasoras que levam ao desequilíbrio dos ecossistemas e no limite à sua destruição (McNeely et al., 1990).

Outro agente de ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas é a subida do nível médio das águas do mar, resultado do sobreconsumo energético e da produção de gases com efeito de estufa, GEE. A sustentabilidade marinha é atualmente um dos grandes desafios globais devido à presença de agentes como as alterações climáticas, a perda de biodiversidade, a sobreexploração de recursos, a acidificação da água do mar ou o despejo de resíduos (Bollanou et al., 2011).

O aumento da população e a melhoria da qualidade de vida, alicerçada no maior poder de compra, sobrecarrega severamente os recursos e a sua capacidade de regeneração em todo o

planeta. Os problemas da conservação da biodiversidade não podem ser dissociados dos problemas de desenvolvimento social e económico. As atividades humanas estão progressivamente a desgastar a capacidade do nosso planeta suportar vida enquanto o crescimento populacional e o consumo são cada vez maiores, refletindo-se na procura e delapidação de recursos.

### 1.1 Breve apresentação da área de estudo

As áreas marinhas sob jurisdição de Portugal estão incluídas na região marinha do Atlântico Nordeste, integrando também as sub-regiões do Golfo da Biscaia e da Costa Ibérica (Portugal continental) e da Macaronésia (ilhas dos Açores e Madeira) como pode ser observado na figura seguinte (MAMAOT, 2012).

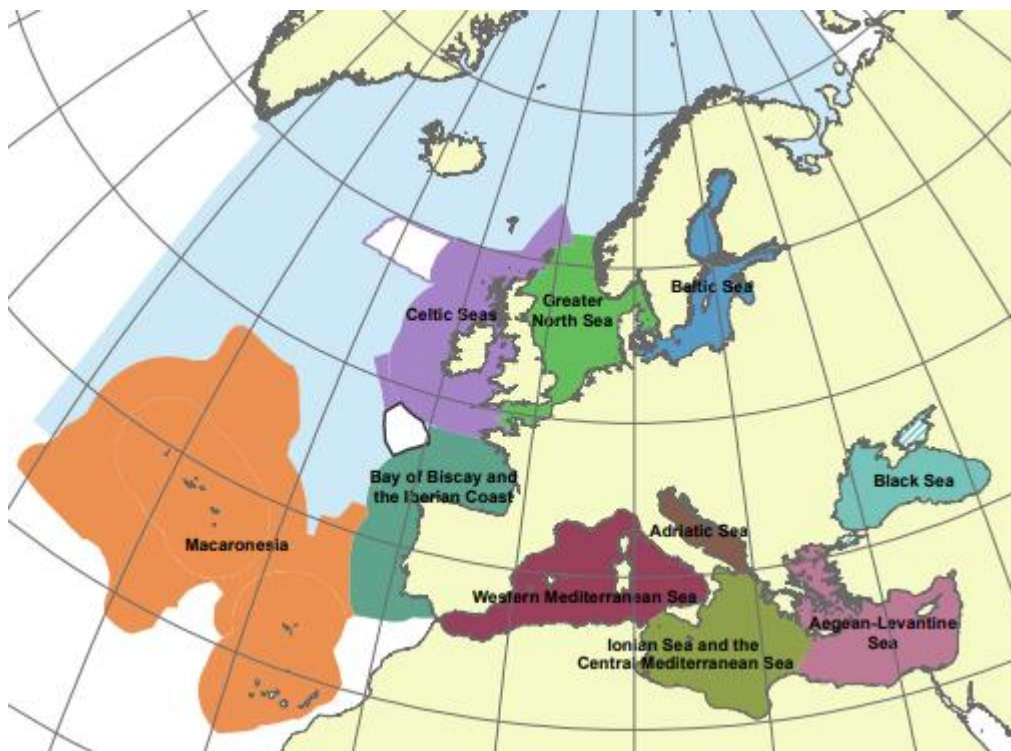


Figura 1 - Representação das regiões e sub-regiões da DQEM (Jensen et al., 2017)

Portugal é constituído por um espaço continental e dois espaços insulares, o arquipélago da Madeira e o arquipélago dos Açores. Apresenta uma área de superfície de cerca de 92 000 km<sup>2</sup> com uma linha de costa de 1853 km, dos quais 950 km pertencem ao continente. A sua zona económica exclusiva, ZEE, é uma das maiores da União Europeia com uma superfície total de 1 700 000 km<sup>2</sup> (Martins et al., 2009).

O território português apresenta bastantes alternâncias ao nível do relevo, também visível no seu litoral, encontramos áreas costeiras baixas com extensos areais (591 km), costas altas rochosas (348 km) e costas baixas e rochosas. No nosso litoral encontramos várias zonas húmidas, destacando-se os estuários do Douro, Mondego, Tejo e Sado, a ria de Aveiro ou a ria Formosa, entre outras (Martins et al., 2009).

A área de estudo sobre a qual este trabalho vai incidir localiza-se entre a Foz do Douro e o Cabo Raso (Figura 2). Dentro desta faixa litoral são abrangidos vários concelhos: Vila Nova de Gaia (Porto); Espinho, Ovar, Murtosa, Aveiro, Ílhavo e Vagos (Aveiro); Mira, Cantanhede e Figueira da Foz (Coimbra); Pombal, Leiria, Marinha Grande, Alcobaça, Nazaré, Caldas da Rainha, Óbidos e Peniche (Leiria) e Lourinhã, Torres Vedras, Mafra, Sintra e Cascais (Lisboa) (<http://www.anmp.pt/index.php>, acessado a 2 de abril de 2018, ANMP). Estes municípios perfazem uma faixa litoral de cerca de 300 km, sendo que a faixa costeira de cada município, afeta a este trabalho, se encontra discriminada na tabela 1.

Nestes municípios costeiros residem 1 801 278 habitantes, em 5345 km<sup>2</sup>, o que atesta a grande pressão exercida sobre a orla costeira, sendo que em municípios como Vila Nova de Gaia, Espinho e Cascais, a densidade de habitantes por área ultrapassa largamente o valor dos 1000 habitantes por km<sup>2</sup> (tabela 1). Em termos da qualidade das águas balneares costeiras e de transição (tabela 2) a maioria dos municípios é avaliada em excelente na maioria das suas águas (valores superiores a 90%), com exceção de Ovar, Murtosa, Ílhavo, Marinha Grande e Cascais (<https://www.pordata.pt/Municipios>, acessado a 2 de abril de 2018, PORDATA; <http://www.anmp.pt/index.php>, acessado a 2 de abril de 2018, ANMP).

Tabela 1 - Dados sobre os municípios da área de estudo

Municípios		Área (km²)	População (2011)	Densidade (habitantes/km²)	Linha de costa (km)
Distrito	Concelho				
Porto	Vila Nova de Gaia	169	302 298	1789	17
Aveiro	Espinho	21	31786	1514	5
Aveiro	Ovar	147	55398	377	15
Aveiro	Murtosa	73	10585	145	12,5
Aveiro	Aveiro	197	78450	398	7
Aveiro	Ílhavo	73	38598	529	7
Aveiro	Vagos	165	22851	138	7
Coimbra	Mira	124	12465	101	15
Coimbra	Cantanhede	391	36595	94	7
Coimbra	Figueira da Foz	379	62125	164	35,5
Leiria	Pombal	626	55245	88	9,5
Leiria	Leiria	565	126884	225	9
Leiria	Marinha Grande	187	38699	207	17
Leiria	Alcobaça	408	56688	139	19
Leiria	Nazaré	82	15158	185	13
Leiria	Caldas da Rainha	256	51729	202	13
Leiria	Óbidos	142	11772	83	7
Leiria	Peniche	78	27753	356	26
Lisboa	Lourinhã	147	25735	175	12
Lisboa	Torres Vedras	407	79465	195	17
Lisboa	Mafra	292	76685	263	14
Lisboa	Sintra	319	377835	1184	22
Lisboa	Cascais	97	206479	2129	6
		5 345	1 801 278		312,5

\*Fonte: <https://www.pordata.pt/Municipios>, acedido a 2 de abril de 2018, PORDATA; <http://www.anmp.pt/index.php>, acedido a 2 de abril de 2018, ANMP; <https://earth.google.com/web/> acedido a 27 de março de 2018, Google Earth

Portugal possui um vasto património cultural costeiro, marinho e subaquático – faróis, salinas, embarcações típicas, palheiros, vários tipos pesca de pesca artesanal - derivado do seu historial ligado aos Descobrimentos. Este património tem sofrido modificações associadas à construção e ao mau ordenamento territorial, consequência da litoralização por parte das populações, bem como do turismo devido às boas condições de clima e praia. O fenómeno da litoralização explica-se pela riqueza natural, pelas potencialidades recreativas e lúdicas ou pela acessibilidade a centros económicos, constituindo fatores de atratividade para viver ou visitar esta zona do país. Estes elementos permitem tornar estas zonas em polos importantes para a geração de postos de trabalho, contribuindo para o crescimento económico e melhoria da qualidade de vida das populações. Estes fatores explicam a importância que o litoral tem para o país e o porquê de se fixaram nesta zona 75% da população nacional (Martins et al., 2009).

*Tabela 2 - Dados sobre os municípios (PORDATA)*

Municípios		Qualidade das águas balneares costeiras e de transição/estuarinas (%)			
		Excelente	Boa	Aceitável	Má
Distrito	Concelho / Anos	2016	2016	2016	2016
Porto	Vila Nova de Gaia	100	0	0	0
Aveiro	Espinho	83	17	0	0
Aveiro	Ovar	50	50	0	0
Aveiro	Murtosa	67	0	0	0
Aveiro	Aveiro	100	0	0	0
Aveiro	Ílhavo	67	0	0	33
Aveiro	Vagos	100	0	0	0
Coimbra	Mira	100	0	0	0
Coimbra	Cantanhede	100	0	0	0
Coimbra	Figueira da Foz	83	0	8	8
Leiria	Pombal	100	0	0	0
Leiria	Leiria	100	0	0	0

Leiria	Marinha Grande	75	25	0	0
Leiria	Alcobaça	100	0	0	0
Leiria	Nazaré	100	0	0	0
Leiria	Caldas da Rainha	100	0	0	0
Leiria	Óbidos	100	0	0	0
Leiria	Peniche	92	0	8	0
Lisboa	Lourinhã	100	0	0	0
Lisboa	Torres Vedras	100	0	0	0
Lisboa	Mafra	100	0	0	0
Lisboa	Sintra	100	0	0	0
Lisboa	Cascais	87	13	0	0

A faixa costeira portuguesa entre a linha de costa e as 6 milhas é fundamental para a pesca artesanal, pesca polivalente e pesca de cerco. A pesca opera utilizando várias técnicas para a captura de diferentes espécies nos mais variados tipos de substrato. Deste tipo de pesca destacam-se em termos quantitativos a sardinha (*Sardina pilchardus*), o carapau (*Trachurus trachurus*) e a cavala (*Scomber scombrus*) e em termos económicos o polvo (*Octopus vulgaris*), a pescada (*Merluccius merluccius*) e o choco (*Sepia officinalis*) (MAMAOT, 2012).

Esta prática tem coexistido com outras atividades como a vela, a pesca desportiva, as atividades marítimo-turísticas, a aquicultura ou o uso de áreas destinadas à proteção ambiental, localizando-se ambas na mesma faixa territorial.



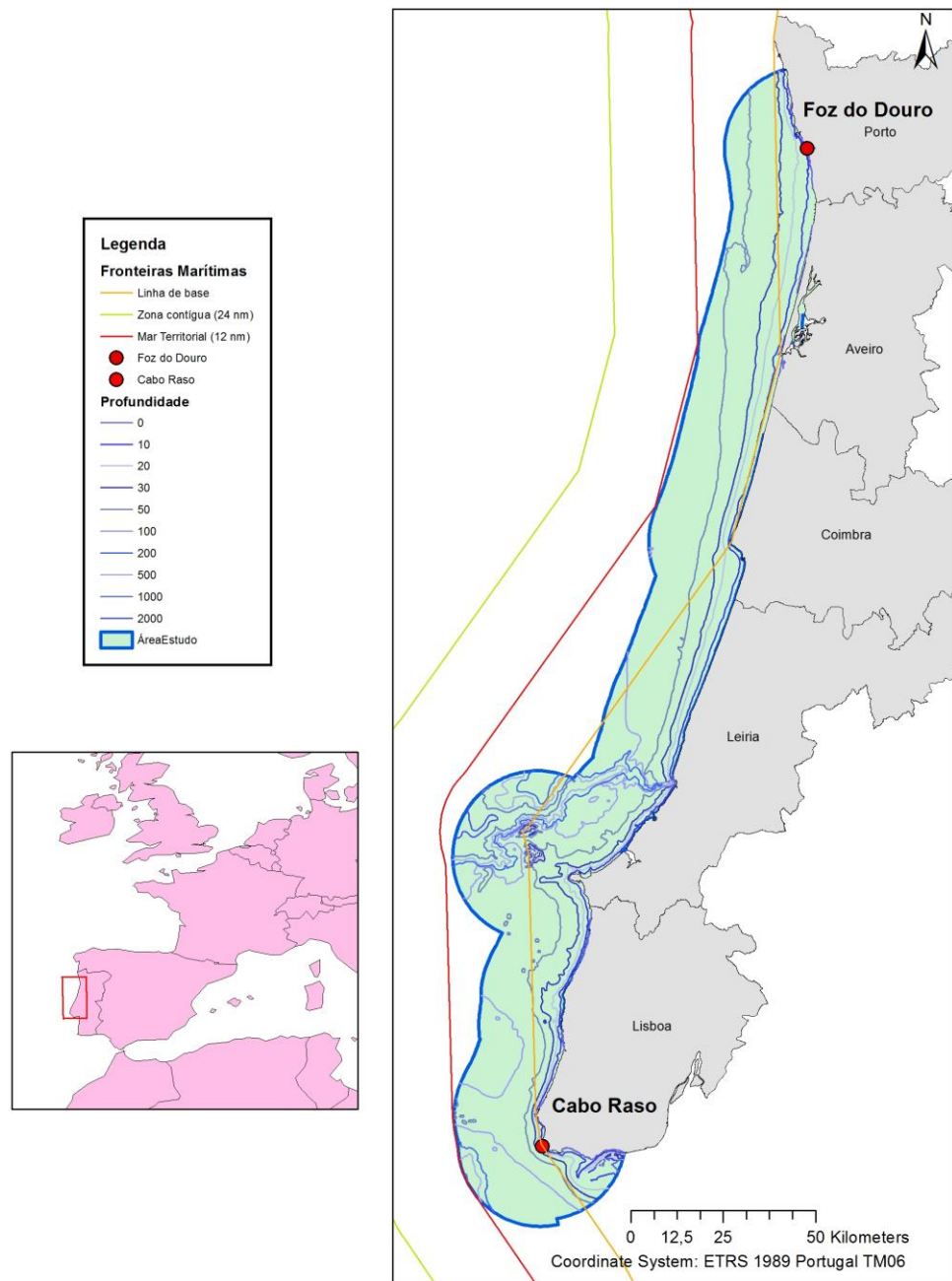


Figura 2 - Enquadramento da área de estudo

Fonte: <http://www.hidrografico.pt/> acedido a 5 de junho de 2018, Instituto Hidrográfico; <http://www.emodnet.eu/>, acedido a 21 de maio de 2018, EMODNET; <https://ec.europa.eu/eurostat/>, acedido a 5 de setembro de 2018, EUROSTAT

## 1.2 Objetivos

Esta dissertação surge com intuito de utilizar um *software* de planeamento sistemático, o Marxan with Zones, para apoiar o planeamento e gestão das zonas costeiras e marinhas na definição de áreas de uso múltiplo e de importância ecológica. Assim sendo, esta ferramenta será aplicada a uma determinada área de estudo e os seus resultados serão analisados e discutidos consoante o propósito referido.

Será seguida uma metodologia de suporte a todo o trabalho que inclui múltiplos objetivos que serão alcançados no decorrer da sua realização.

Objetivos gerais:

- ✓ aplicar o *software* Marxan with Zones ao território marinho e costeiro entre a Foz do Douro e o Cabo Raso – continuidade do projeto anterior aplicado à zona entre Peniche e Nazaré (Saraiva, 2017), testando o *software* em áreas maiores com recurso a uma versão mais avançada do programa;
- ✓ utilização do *software* para identificar as áreas prioritárias de conservação da natureza e de investimento e proposta de zonamento com vários níveis de proteção.

No seguimento destes objetivos gerais, surgem outros de âmbito mais específico que integram os primeiros, que estão associados às principais fases de trabalho.

Objetivos específicos:

- ✓ conhecer os interesses e usos do espaço marítimo e os consequentes impactes;
- ✓ compreender o papel das áreas marinhas protegidas na conservação dos ecossistemas marinhos e costeiros;
- ✓ revisão bibliográfica da utilização do *software* e análise *benchmarking* de casos de estudo internacionais;
- ✓ utilização de ferramentas de sistemas de informação geográfica (ArcGIS e QGIS) para tratamento dos dados ecológicos e socioeconómicos relativos à área de estudo;
- ✓ aplicação do *software* à área de estudo;
- ✓ análise de resultados e identificação das áreas prioritárias de conservação da natureza e de investimento.

### 1.3 Metodologia

A metodologia aplicada neste estudo divide-se em duas fases. A primeira fase executada é a componente teórica, constituindo um alicerce fundamental para compreender e sustentar a segunda fase de trabalhos relacionada com a componente prática.

A componente teórica (Figura 3) inclui todo o trabalho bibliográfico para conhecimento dos usos do espaço marítimo e das áreas marinhas protegidas, dos serviços fornecidos pelos ecossistemas e da legislação de suporte à conservação da natureza. Também se inclui nesta fase de trabalho, a familiarização com casos de estudos em que foi utilizado o *software* Marxan with Zones.

A componente prática (Figura 3) consiste no levantamento de dados relacionados com a área de estudo, nomeadamente dados biológicos, sociais e económicos. Estes dados são editados pelos *softwares* de apoio ao trabalho, dos quais sairão os resultados que serão alvo de análise e a base da discussão da dissertação.

Após a realização das duas fases de trabalho são produzidas as considerações finais que resumizam o trabalho realizado e o analisam criticamente, além de se apontar sugestões para trabalhos futuros.

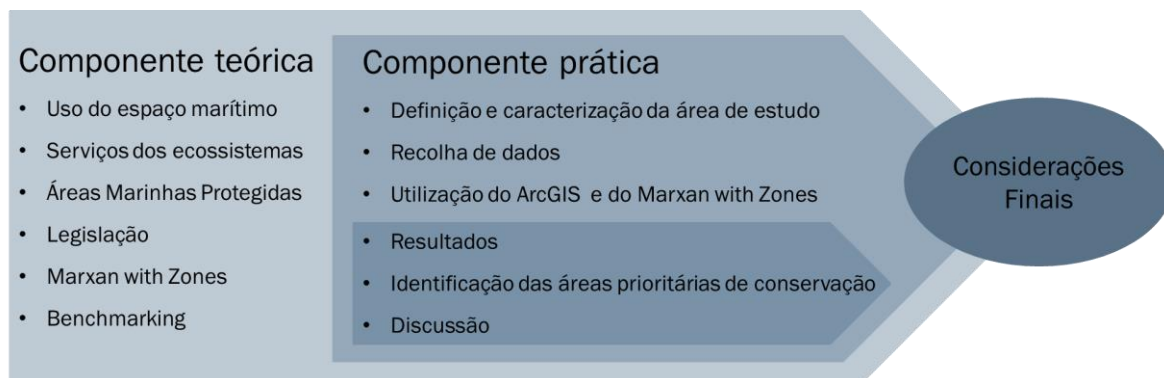


Figura 3 - Estrutura da metodologia

### 1.4 Estrutura do documento

Este documento divide-se em seis capítulos. O primeiro é o da introdução onde é feito um enquadramento do tema, a caracterização da área de estudo, a apresentação dos objetivos e da metodologia seguida neste trabalho.

O segundo capítulo relaciona-se com o suporte teórico sobre as áreas marinhas protegidas (AMP) abordando a importância do planeamento e gestão do espaço marítimo e a utilização do Marxan with Zones no suporte à tomada de decisão durante a elaboração das mesmas. Neste capítulo serão apresentados os motivos que levam à necessidade da criação de AMP, o enquadramento legal relacionado com a conservação da natureza, os serviços dos ecossistemas, a tipologia das AMP, a origem e função do *software* e o seu papel na conceção de uma AMP.

O terceiro capítulo incide sobre vários casos de estudo em que o *software* foi utilizado. Apresentam-se as áreas marinhas protegidas atualmente existentes e é feita uma análise *benchmarking* de vários casos internacionais em que se utilizou o Marxan with Zones como ferramenta de apoio.

No quarto capítulo apresenta-se o procedimento seguido na componente prática do trabalho, com a aplicação do Marxan with Zones à área de estudo. Neste capítulo apresenta-se uma descrição da área de estudo, a recolha de dados, a utilização do ArcGIS e do Marxan with Zones e os resultados obtidos.

No quinto capítulo serão identificadas as áreas prioritárias de conservação e investimento baseadas nos resultados obtidos a partir do *software*.

No sexto e último capítulo é feito um balanço final de todo o trabalho desenvolvido bem como as considerações finais acerca deste.

## Capítulo 2 - Suporte teórico sobre áreas marinhas protegidas e sobre o *software* de apoio ao seu desenho – Marxan with Zones

### 2.1 Planeamento e gestão do Espaço Marítimo

No seguimento da Estratégia Nacional para o Mar (Resolução do Conselho de Ministros n.º 163/2006, de 12 de dezembro) foi concebida uma ferramenta que discrimina o planeamento e ordenamento do espaço e atividades marítimas, conhecida como POEM – Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo (despacho n.º 32 277/2008, de 18 de dezembro). Este documento expõe um plano de ordenamento do espaço marítimo para que seja possível coordenar os usos e atividades existentes neste espaço, no presente e futuro. Este plano atua em simultâneo com a gestão das zonas costeiras para que os recursos sejam utilizados de maneira sustentável, preservados ou recuperados através da implementação de instrumentos de gestão territorial. Esta abordagem permite potenciar uma eficiente utilização do espaço marinho numa estratégia integrada e intersectorial entre os pilares económicos, ambientais e sociais do mar (MAMAOT, 2011).

Atualmente encontra-se em fase de elaboração o Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo (PSOEM) que promove a compatibilização entre usos ou atividades coexistentes e concorrentes, contribuindo para um melhor e maior aproveitamento económico do meio marinho, procurando minimizar os impactos das atividades humanas no meio. Sendo na sua génese um instrumento de sustentabilidade, o PSOEM apresenta-se como imagem do presente e do potencial existente no espaço marítimo nacional ([www.psoem.pt](http://www.psoem.pt) acedido a 18 de novembro de 2018, PSOEM).

#### 2.1.1 Enquadramento legal

No que diz respeito às AMP, Portugal respeita e está sob cumprimento dos seguintes documentos:

##### Internacionais

- **Diretiva 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de abril (Diretiva Aves)**, revogada pela Diretiva 2009/147/CE, de 30 de novembro, documento aplicado às aves e respetivos ovos, ninhos e habitats, estabelecendo a necessidade de proteger áreas representativas de cada um dos diferentes habitats utilizadas pelas várias espécies. Esta diretiva regula o comércio de aves selvagens, proibindo alguns métodos de captura, abate e limita a atividade de caça.

- **Diretiva 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio (Diretiva Habitats)**, criada para alcançar a preservação da biodiversidade pela conservação dos habitats naturais, fauna e flora selvagens dentro da União Europeia (UE). Esta diretiva foi transposta por Portugal, além da Diretiva Aves, para estabelecer a Rede Natura 2000 (RN2000).

- **Diretiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de junho**, designada pela **Diretiva-Quadro Estratégia Marinha (DQEM)** direcionada para as ações comunitárias no domínio político ligado ao meio marinho. Aplica-se a todas as áreas marinhas sob jurisdição dos Estados-Membros da União Europeia, estando definido como um dos objetivos a aplicação de medidas para alcançar pelo menos um bom estado ambiental no meio marinho até 2020. Este documento foi criado com o objetivo da conservação dos ecossistemas marinhos, tendo por base uma abordagem ecossistémica para gerir as atividades antropogénicas para que se utilize os recursos, bens e serviços marinhos sustentavelmente.

- **Diretiva 2014/89/EU, do Parlamento Europeu e Conselho, de 23 de julho**, define o quadro de Ordenamento do Espaço Marítimo (OEM) promovendo o crescimento sustentável das economias marítimas, o desenvolvimento das zonas marinhas e a utilização sustentável dos recursos marinhos. Um dos objetivos prende-se com a promoção do desenvolvimento do setor da energia no meio marinho, do transporte marítimo e do setor das pescas e aquicultura.

- **Rede Natura 2000**, resume-se a uma rede ecológica dentro da UE na sequência da aplicação da Diretiva Aves e Habitats, que tem como objetivo “contribuir para assegurar a biodiversidade através da conservação dos habitats naturais, da fauna e da flora selvagens no território europeu dos Estados-Membros”.

- **COM (2011) 244 final**, estratégia para a biodiversidade da União Europeia para 2020, criada com objetivo de travar a perda da biodiversidade e dos serviços obtidos dos ecossistemas na UE até 2020. Uma das ações definidas neste documento relaciona-se com o estabelecimento da RN2000, inclusive no meio marinho.

- **Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020**, programa um quadro global da diversidade biológica, definindo ações para reduzir a perda de biodiversidade a nível global. No seguimento definiram-se um conjunto de metas, designadas **metas de Aichi**, para alcançar uma redução na perda da biodiversidade mundial.

- **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, UNCLOS**, de 10 de dezembro de 1982, define um novo regime para os mares e oceanos, estabelecendo regras práticas relativamente a padrões ambientais, além do cumprimento dos instrumentos relacionados com a poluição marinha.

- **Convenção para a proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste (OSPAR)**, atribui às partes contratantes a obrigação de aplicar medidas para prevenir e combater a poluição; de proteger a zona marítima dos efeitos das atividades antropogénicas; salvaguardar a saúde do homem; preservar os ecossistemas marinhos e restaurar zonas marítimas que tenham sofrido os efeitos prejudiciais da poluição. A comissão OSPAR suporta a criação de Áreas Marinhas Protegidas, tendo em conta a lista de espécies e habitats ameaçados.

- **Convenção Sobre a Diversidade Biológica**, assinada na Conferência das Nações Unidas (UE, 2006) sobre o Ambiente e Desenvolvimento, em 5 de junho de 1992. Com o objetivo da conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável dos seus serviços, a partilha justa e equitativa dos benefícios provenientes dos recursos genéticos. Na Conferência das Partes foram adotadas medidas para identificação de áreas marinhas com importância em termos ecológicos para o estabelecimento de uma rede internacional de áreas marinhas ecológica e biologicamente significativas.

#### Nacional

- **Decreto nº 50/80, de 23 de julho**, ratificação pelo governo português da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies de Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção, CITES, assinado em Washington em março de 1973. O seu objetivo passa por controlar o comércio de animais e plantas evitando ameaças à sua sobrevivência no estado selvagem.

- **Lei nº 19/2014, de 14 de abril**, revoga a Lei nº 11/87, de 7 de abril (Lei Bases do Ambiente), integra a estratégia Nacional de Conservação da Natureza e o Ordenamento Integrado do Território a nível regional e local, incorporando a classificação e criação de áreas, sítios ou paisagens protegidas, com estatuto especial de conservação. Aconselha implementar uma rede nacional contínua de áreas protegidas (AP), incluindo áreas terrestres, interiores e marítimas (Figura 4).

- **Decreto-Lei nº 302/90, de 26 de setembro**, define os princípios que devem seguir a ocupação, uso e transformação da faixa costeira.

- **Decreto-Lei nº 140/99, de 24 de abril**, transpõe para o direito nacional a **Diretiva Aves** (Diretiva 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de abril) e a **Diretiva Habitats** (Diretiva 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio) possibilitando a criação de sítios de interesse comunitário, integrados na rede ecológica europeia, a Rede Natura 2000.
- **Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro**, transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva nº 2000/60/CE, do parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, e estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.
- **Lei nº 34/2006, de 28 de julho**, determina a extensão das zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional e os poderes que o Estado Português nelas exerce, bem como os poderes exercidos no alto mar.
- **Decreto-Lei nº 142/2008, de 24 de julho**, cria o regime jurídico da conservação da Natureza e da Biodiversidade, instituindo a rede nacional de áreas marinhas protegidas, delimitadas exclusivamente por águas marinhas sob jurisdição nacional.
- **Decreto-Lei nº 108/2010, de 13 de outubro**, cria o regime jurídico para garantir o bom estado ambiental do Meio Marinho até 2020, transpondo a Diretiva nº 2008/56/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de junho.
- **Decreto-Lei nº 201/2012, de 27 de agosto**, altera o Decreto-Lei nº 108/2010, de 13 de outubro, que define o regime jurídico para as medidas a tomar para garantir o bom estado ambiental do Meio Marinho até 2020.
- **Decreto Lei nº 136/2013, de 7 de outubro**, procede à segunda alteração do Decreto-Lei nº 108/2010, de 13 de outubro, que define o regime jurídico para as medidas a tomar para garantir o bom estado ambiental do Meio Marinho até 2020.
- **Decreto-Lei nº 38/2015, de 12 de março**, desenvolve a Lei nº 17/2014, de 10 de abril, que estabelece as Bases da Política de Ordenamento e de Gestão do Espaço Marítimo Nacional, transpondo a Diretiva nº 2014/89/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de julho, que define um quadro para o ordenamento do espaço marítimo.



- **Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC)**, plano que conduz à melhoria, valoração e gestão dos recursos do litoral. Tendo em conta a proteção e integridade biofísica do espaço, a valorização dos recursos existentes e a conservação dos valores ambientais e paisagísticos. Além disto, delimitam faixas de restrição específica sob influência da erosão costeira – barreira de proteção e a zona de risco. Proíbem ações que provoquem alterações negativas na estabilidade dos ecossistemas. Estes planos incidem sobre as águas marítimas costeiras e interiores e respetivos leitos e margens, com uma faixa de proteção máxima de 500 metros a contar desde a linha que limita a margem das águas do mar (Santos et al., 2017).

No seguimento da legislação anterior, ratificada e adotada pelo país, foram naturalmente criados vários tipos de espaços dedicados à conservação da biodiversidade nacional indo de encontro às necessidades identificadas.

De âmbito nacional destacam-se o parque nacional Peneda-Gerês; os 13 parques naturais, as 9 reservas naturais, as 2 paisagens protegidas e os 7 monumentos naturais que estão indicados na Figura 4. Em termos regionais ou locais, derivado da aplicação do decreto-lei 19/93 e do decreto-lei 142/2008 (<http://www2.icnf.pt/portal/ap> acedido a 8 de agosto de 2018, ICNF) criaram-se 4 paisagens protegidas, o parque natural regional do Vale do Tua, a reserva natural local do Paul da Tomada e do Estuário do Douro, 2 paisagens protegidas regionais e outras 2 locais (Figura 4).

A implementação da RN2000 levou à criação das Zonas de Proteção Especial (ZPE) estabelecidas ao abrigo da Diretivas Aves e dos Sítios de Interesse Comunitário (SIC) criados ao abrigo da Diretiva Habitats (<http://www2.icnf.pt/portal/ap> acedido a 8 de setembro de 2018, ICNF). Existem em Portugal Continental 42 ZPE, dos quais 12 têm área marinha. Existem atualmente 60 SIC em Portugal Continental, estando a Ria de Aveiro e o Banco de Gorringe aguardar decisão para serem também reconhecidas como tal. Sete destes sítios tem área marinha (<http://www2.icnf.pt/portal/ap> acedido a 8 de setembro de 2018, ICNF).

Outras Áreas destinadas à proteção das aves, especificamente, são as Áreas Importantes para as Aves e Biodiversidade (IBAs) criadas para reforçar as redes de proteção já estabelecidas como a RN2000. Em Portugal existem 93 IBA terrestres e 17 IBA marinhas. Estas áreas regem-se pelos mesmo critérios descritos na Diretiva Aves podendo ser designadas igualmente por ZPE (<http://www.spea.pt/pt/estudo-e-conservacao/ibas/> acedido a 30 de setembro de 2018, SPEA).

Pelo relatório da OSPAR (OSPAR, 2016), das reservas de Portugal Continental apontadas na Figura 4 enquadram-se como AMP, por incluírem águas marinhas, as seguintes áreas:

- ✓ a Reserva Natural das Berlengas;
- ✓ a Reserva Natural das Lagoas de Santo André e Sancha;
- ✓ o Parque Natural da Arrábida;
- ✓ o Parque Natural do Litoral Norte;
- ✓ o Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina;

A estas AMP pode-se juntar outra com gestão local e classificada de Zona de Interesse Biofísico das Avencas (ZIBA), situada próximo do Parque Natural Sintra-Cascais, atualmente designada como Área Marinha Protegida das Avencas (<https://www.apambiente.pt/> acedido a 30 de setembro de 2018, APA).

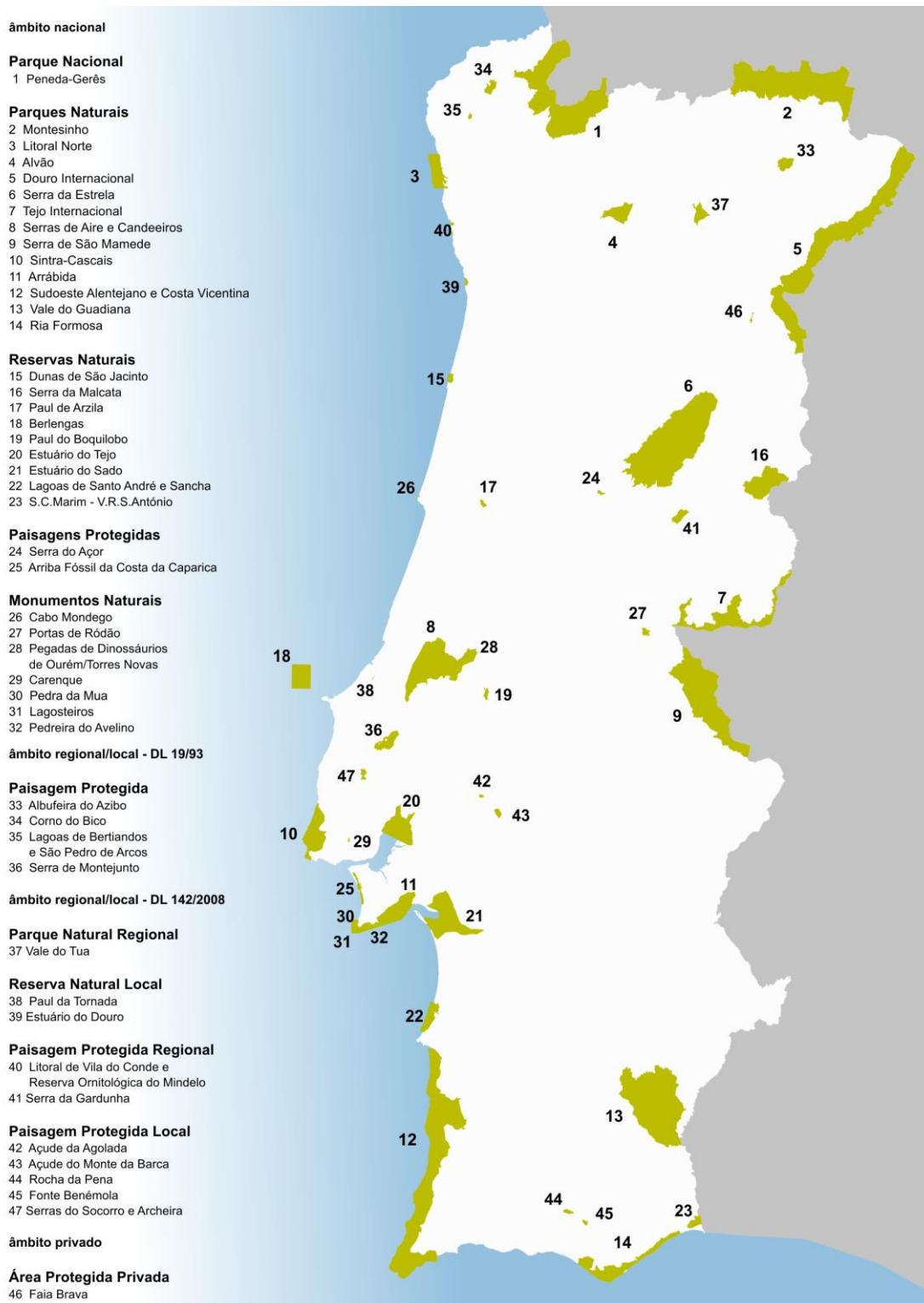


Figura 4 - Mapa da rede nacional de áreas protegidas (<http://www2.icnf.pt/portal/ap> acessado a 8 de setembro de 2018, ICNF)

### 2.1.2 Conceitos de apoio ao Ordenamento do Espaço Marítimo e à criação de Áreas Marinhas Protegidas

Neste subtópico estão enumerados vários conceitos que permitirão elucidar e facilitar a compreensão relativamente a termos usados no campo do OEM e na conceção das áreas marinhas protegidas entre outros que são nomeados e relacionados com a conservação da biodiversidade.

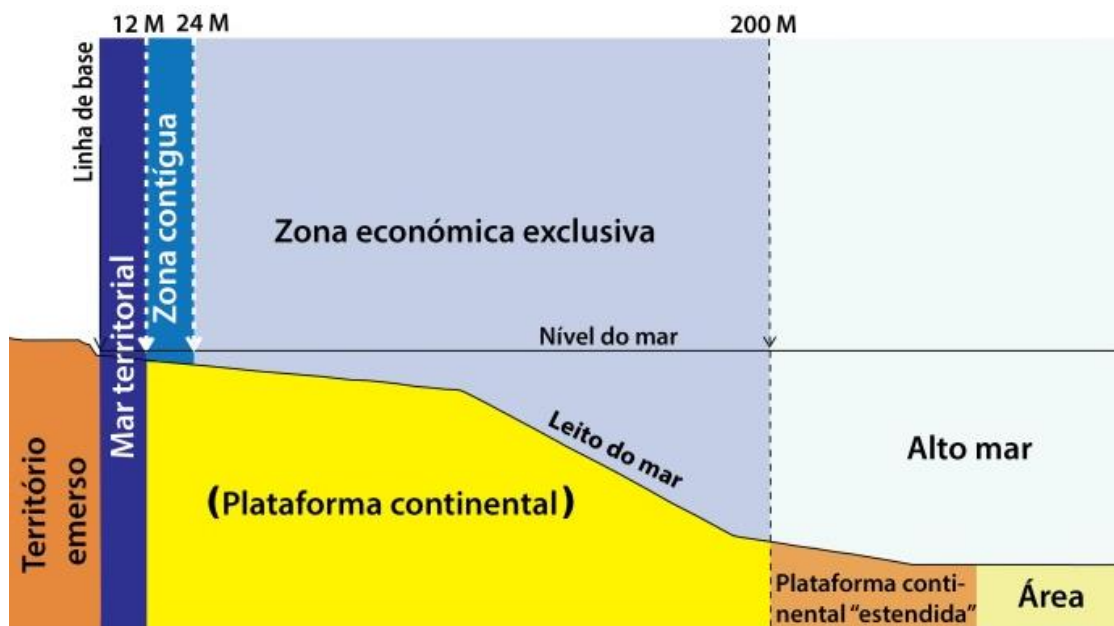


Figura 5 - Limites do mar (Governo de Portugal, 2013)

- ✓ **Águas costeiras**, “águas superficiais situadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de 1 milha náutica (MN) na direção do mar, a partir do ponto mais próximo da linha de base a partir da qual é medida a delimitação das águas territoriais, estendendo-se, quando aplicável, até ao limite exterior das águas de transição” (Lei da Água).
- ✓ **Águas de transição**, “águas superficiais na proximidade das fozes dos rios, parcialmente salgadas em resultado da proximidade de águas costeiras, mas que são também significativamente influenciadas por cursos de água doce” (Lei da Água).
- ✓ **Águas interiores**, “todas as águas superficiais lânticas (paradas) ou lólicas (correntes) e todas as águas subterrâneas que se encontram do lado terrestre da linha de base a partir da qual são marcadas as águas territoriais” (Lei da Água).

- ✓ **Descritores do estado ambiental**, são indicadores que permitem caracterizar e avaliar componentes do ecossistema (físicas, químicas e biológicas) ou descrever uma pressão relacionada com as atividades antropogénicas no meio marinho (MAMAOT, 2012).
- ✓ **Gestão adaptativa**, é uma abordagem sistemática que permite melhorar a gestão do OEM apoiada na análise de dados de monitorização e na avaliação dos resultados da mesma. Resume-se a “aprender fazendo” para que se aprenda com as falhas do passado e se ajuste ações para alcançar as metas do OEM e o desenvolvimento sustentável na gestão das áreas marinhas (MAMAOT, 2011).
- ✓ **Gestão baseada nos ecossistemas (EBM)**, é uma abordagem que ultrapassa a análise de problemas, espécies ou funções de ecossistemas isoladamente. Assim, reconhece os sistemas ecológicos pela diversidade de funções que detém, bem como as diversas interações estabelecidas entre os vários sistemas. Este é um aspeto a ter em conta na gestão das zonas costeiras e oceânicas, tendo por base as interações destes ecossistemas e da biodiversidade presentes nos mesmos com o Homem. Esta gestão é crucial para manter os recursos marinhos saudáveis, produtivos e resilientes à ação das atividades antropogénicas e capazes de providenciarem bens e serviços (Agardy et al., 2011; Ansong et al., 2017).
- ✓ **Gestão integrada**, corresponde a uma abordagem multidisciplinar e transversal que permite coordenar e compatibilizar a gestão e o OEM com políticas de desenvolvimento económico, social, ambiental e de ordenamento do território. Inclui políticas sectoriais que alberguem o espaço marítimo tendo em conta os interesses públicos e privados. É uma garantia da coerência entre o OEM e o ordenamento do espaço terrestre, especialmente nas zonas costeiras (Lei nº 17/2014).
- ✓ **Impactes cumulativos**, correspondem aos efeitos cumulativos sobre um recurso, ecossistemas ou comunidade humana de uma ação ou atividade que interfira com o recurso, independentemente da entidade que execute a ação. As suas consequências podem ser superiores ou inferiores à soma de todos os impactes individuais, devido aos efeitos multiplicativos (Fernandes et al., 2017; Halpern et al., 2008).

- ✓ **Linha de base normal**, é a linha de baixa-mar ao longo da costa representada em cartas marítimas reconhecidas oficialmente pelo Estado costeiro (Figura 5) (UNCLOS, 1994).
- ✓ **Mar territorial**, zona do mar adjacente à costa e sobre a qual se estende, para além do território e das águas interiores, a soberania do Estado (Figura 5) (MAMAOT, 2011). Corresponde à “largura do seu mar até um limite que não ultrapasse as 12 milhas marítimas, medidas a partir de linhas de base determinadas em conformidade com a presente Convenção” (UNCLOS, 1994).
- ✓ **Ordenamento do Espaço Marítimo**, é considerado um processo importante na implementação eficiente da gestão baseada nos ecossistemas relacionado com o uso do espaço marítimo. É definido como o processo público de analisar e alocar a distribuição das atividades humanas espacial e temporalmente nas áreas marinhas para alcançar os objetivos sociais, económicos e ecológico especificados nos processos políticos (Ehler and Douvère, 2009).
- ✓ **Planeamento sistemático da conservação**, é um método para a identificação de potenciais áreas para a conservação que alcançam eficientemente um conjunto de objetivos, geralmente, valores mínimos de representatividade da biodiversidade. O processo envolve uma abordagem clara e estruturada para estabelecer prioridades sendo atualmente aplicada à conservação terrestre e marinha. O seu sucesso e efetividade devem-se à capacidade de fazer o melhor uso dos recursos económicos para alcançar as metas de conservação, executando de maneira defensável, responsável e transparente. Este método respeita os requisitos dos vários utilizadores dos recursos, além de promover a monitorização da conservação após as ações serem aplicadas (Ardron et al., 2010; Mills et al., 2012).
- ✓ **Plataforma continental**, “compreende o leito e o subsolo das regiões submarinas que se estendem além do mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural do território terrestre, até ao bordo exterior da margem continental ou até uma distância de 200 milhas marítimas das linhas de base” (Figura 5) (UNCLOS, 1994).
- ✓ **Plataforma continental estendida**, compreende a área da plataforma continental além das 200MN com os limites definidos na lei portuguesa (Figura 5) (UNCLOS, 1994).

- ✓ **Zona contígua**, zona adjacente ao mar territorial que se prolonga até às 24 milhas marítimas da linha de base (Figura 5) (UNCLOS, 1994).
- ✓ **Zona Económica Exclusiva, ZEE**, zona situada além e adjacente ao mar territorial, delimitada por uma linha cujos pontos distam 200 milhas náuticas da linha de base (Lei nº34/2006).
- ✓ **Zonamento**, é uma ferramenta de planeamento espacial que atua no ordenamento de um determinado espaço, em que designa áreas para determinados propósitos. No âmbito da gestão das áreas marinhas, o zonamento serve para separar áreas em que os seus usos que criem conflitos, conservar áreas sensíveis com elevado valor ecológico ou em recuperação ou para manter as mesmas sem uso. A abordagem com zonamento de uso múltiplo cria áreas específicas com elevados níveis de proteção enquanto permite a existência de atividades extrativas em outras zonas (Day, 2002).

### 2.1.3 Necessidade de criação de áreas protegidas para habitats e espécies ameaçadas

Os recursos marinhos têm um papel importante no desenvolvimento social e económico de múltiplas indústrias, como a pesca, o turismo, a agricultura, a farmacêutica, o transporte marítimo ou a exploração mineira (Ansong et al., 2017). Devido à importância que apresentam, os ecossistemas marinhos estão sob ameaça e sob pressão das atividades do Homem sejam estas terrestres ou no oceano. Esta tendência é agravada com o crescimento das populações e suas economias, resultando em fenómenos de sobrepesca, de poluição, de degradação e na modificação de habitats. As alterações climáticas têm amplificado os efeitos nefastos nos ecossistemas marinhos devido às alterações do nível do mar, das concentrações de carbonatos de cálcio e da temperatura (Jumin et al., 2017).

O aumento da consciencialização acerca da importância da biodiversidade, por parte dos governos e do público em geral, resulta num desejo de que nenhuma herança natural seja perdida por negligência ou ignorância. A biodiversidade aglomera vários elementos, como as florestas, a agricultura, a biotecnologia ou os produtos farmacêuticos. Todos de âmbito diferente, mas que suportam a variedade da vida como matéria-prima, recurso e uma herança de valor inestimável (McNeely et al., 1990).

A forma como o Homem usa os recursos marinhos necessita de ser planeada cuidadosamente em termos espaciais e temporais para minimizar os conflitos existentes e procurar tornar compatíveis os usos e a sustentabilidade do ambiente (Ehler and Douvere, 2009). A conservação da biodiversidade é o maior desafio para as décadas futuras e um conjunto de abordagens serão necessárias para atingir este objetivo, como a pesquisa, a educação, as coleções *ex situ*, os incentivos económicos ou o estabelecimento de áreas protegidas.

A necessidade global de um consenso para criar medidas de suporte à proteção e conservação da recursos biológicos permitiu criar compromissos entre múltiplos países com o intuito de conservar a sua biodiversidade nativa (McNeely et al., 1990). A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida por Conferência do Rio de Janeiro, assinada por 150 países, foi dedicada à promoção do desenvolvimento sustentável. Vários problemas foram debatidos na convenção tais como: as medidas e incentivos para a conservação e uso sustentável da diversidade biológica, a regularização do acesso a recursos genéticos, a cooperação científica e técnica ou a avaliação de impactes. Desta conferência resultou a Agenda 21 em que uma das seções é dedicada à conservação e gestão dos recursos, fundamental no planeamento da proteção dos recursos marinhos e costeiros (United Nations, 1992).

Durante a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) realizada em outubro de 2010 no Japão, foi atualizado e revisto o Plano Estratégico para a Biodiversidade que incluem as metas Aichi, a alcançar no período de 2011-2020. Uma das metas tem como referência o ano de 2020, para que pelo menos 17 por cento das águas terrestres e continentais e 10 por cento das áreas costeiras e marinhas, especialmente as áreas com particular importância para a biodiversidade e para os serviços dos ecossistemas, sejam conservadas por meio de sistemas de gestão eficazes e equitativos, ecologicamente representativos – conter pelo menos um exemplar de cada espécie animal ou vegetal presente na região de interesse (Pressey et al., 1993) - e bem conectados em sistemas de áreas protegidas ou outras medidas eficazes de conservação baseadas na área, integradas em paisagens marinhas mais amplas (Leadley et al., 2014).

As áreas protegidas têm um papel importante na conservação da biodiversidade ao conterem vários elementos da fauna e flora existente, sendo representativas daquele local. Um sistema de reservas representativas deve ser alcançado sem comprometer a coexistência de outras atividades que exploram economicamente os recursos marinhos. O reconhecimento das dificuldades na definição de áreas protegidas representativas levou ao desenvolvimento de uma abordagem sistemática com um procedimento que permite atribuir valores de conservação e selecionar reservas (Pressey et al., 1993).



Esta técnica permite não só criar sítios individuais, mas também contribuir para combinar vários locais numa rede de reservas representativas. Uma boa conceção das reservas será um meio para alcançar os objetivos de conservação da biodiversidade e de proteção dos valores cénicos, recreativos e inspiracionais. Esta conceção é baseada nos princípios da complementaridade, flexibilidade e da insubstituibilidade para suportar a identificação das regiões prioritárias de conservação (Pressey et al., 1993).

O tamanho de qualquer sistema de reserva está dependente e limitado por barreiras sociais e económicas. A construção de uma rede de reservas que permita alcançar a conservação da biodiversidade, não pode ser um processo de reunir o máximo de área possível, mas deve ser reflexo de uma gestão eficiente do espaço existente dentro de uma área restrita (Possingham et al., 2000).

Todas as medidas de gestão e de planeamento devem ser aplicadas tendo em vista a resolução de várias questões como: a redução das ameaças e dos impactes das atividades antropogénicas no meio ambiente; assegurar que a informação está disponível e que seja levada a cabo investigação para que as decisões sejam tomadas com base na mesma; assegurar o uso sustentável e a conservação dos ecossistemas, tendo a conservação como princípio-base nas ferramentas de gestão utilizadas; representar todos os componentes e setores do ecossistema; aplicar medidas e práticas de gestão para que exista uma efetiva responsabilidade a nível local sobre as funções dos ecossistemas em toda a sua escala; ter em consideração as incertezas e mudanças nos ecossistemas derivadas das alterações climáticas e de como estas poderão afetar os usos e ações futuras na área do planeamento e gestão (Kidd et al., 2011).

Um dos problemas mais relevantes do litoral é a excessiva concentração populacional que exerce uma forte pressão sobre a zona costeira. Esta excessiva concentração populacional gera problemas sobre os recursos naturais, nomeadamente a "... degradação da paisagem, a sobreexploração dos recursos e a poluição do ambiente (do ar, da água e dos sedimentos), a alteração do uso do solo, como seja a impermeabilização para a construção de infraestruturas, com implicações a nível das escorrências e drenagens naturais" (Schmidt et al., 2012).

Outro grande problema sentido nas zonas costeiras é a erosão, verificando-se nos últimos anos um acentuar do recuo da linha de costa em vários troços costeiros portugueses. Esta erosão deve-se à excessiva concentração de construções no litoral, às pressões das atividades dos visitantes, à exploração de inertes nos rios, estuários e litoral e dragagens portuárias, que diminuem o fluxo de sedimentos que deveriam alimentar o litoral (Martins et al., 2009).

#### 2.1.4 Serviços dos ecossistemas

Os serviços dos ecossistemas consistem em fluxos de materiais, energia ou informação provenientes de *stocks* naturais que podem ser manufaturados e utilizados para produzir riqueza. As funções de um ecossistema referem-se aos habitats, às propriedades ou aos processos dos ecossistemas. Os bens dos ecossistemas, como a comida e os serviços (como a assimilação de resíduos), representam os benefícios retirados direta ou indiretamente pelas populações das funções dos ecossistemas (Costanza et al., 1997).

Os serviços retirados da Natureza podem então ser agrupados em quatro categorias:

- ✓ **serviços de aprovisionamento**, fornecem bens como os alimentos, água, madeira e fibra, recursos genéticos, farmacêuticos e ornamentais (Law et al., 2017);
- ✓ **serviços culturais**, englobam os bens estéticos, religiosos, sociais, inspiracionais e recreativos, contribuindo para o bem-estar espiritual;
- ✓ **serviços de regulação**, controlam o clima e a pluviosidade, a qualidade do ar, a água (em situação de inundação), a polinização, fornecem controle biológico, da erosão e da disseminação de doenças;
- ✓ **serviços de apoio e suporte**, que incluem a formação de solo, a fotossíntese, produção de oxigénio atmosférico, a renovação e ciclo dos nutrientes, imprescindíveis ao crescimento e produção primária de bens (Comissão Europeia, 2009; MEA, 2003).

Os serviços dos ecossistemas como não se encontram enclausurados em mercados comerciais ou devidamente quantificados economicamente, quando comparados com produtos manufaturados têm um peso reduzido nas decisões políticas (Costanza et al., 1997). Já existem propostas que atribuem um valor monetário a cada bioma e respetivos serviços, mas surgem igualmente dúvidas da metodologia utilizada nesses cálculos, nomeadamente na forma como um recurso é quantificado monetariamente (de Groot et al., 2012).

Os serviços dos ecossistemas contribuem de várias formas para o bem-estar do Homem. Dada a importância dos benefícios extraídos dos ecossistemas, estes devem ser alvo de uma gestão e uso sustentável alicerçado na conservação do ecossistema. Por exemplo, os serviços de fornecimento podem ter a sua extração avaliada economicamente com um custo de oportunidade permitindo que a sua exploração seja regularizada e restrita. Esta gestão permite

que um serviço possa ser utilizado e em simultâneo mantenha a sua conservação, através do zonamento com um grau de proteção adequado ao recurso (Schröter et al., 2014).

### 2.1.5 O que são e que tipologias existem de Áreas Marinhas Protegidas

Durante a Convenção para a Diversidade Biológica (United Nations, 1992) foi definida como área protegida, especificamente marinha e costeira, “uma área dentro ou adjacente ao ambiente marinho, juntamente com as suas águas e flora, fauna, componentes históricos e culturais, que tenham sido reservados por legislação ou outros meios efetivos, onde a biodiversidade marinha e costeira tem um nível superior de proteção relativamente à sua vizinhança”. Outra definição aceite é a da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) que define uma Área Marinha Protegida (AMP) como “qualquer área de terreno intertidal ou subtidal, em conjunto com a coluna de água e a flora, fauna e componentes históricas e sociais associadas, que se encontra reservada por lei ou outro meio efetivo com o objetivo de proteger parte ou a totalidade do ambiente nela contido” (IUCN, 2018).

As AMP são uma garantia de preservação da biodiversidade e dos stocks de espécies explorados comercialmente, sendo criadas para a gestão dos recursos marinhos e seus ecossistemas. Em 2006 existiam cerca de 4500 AMP, cobrindo uma área de 2 198 910 km<sup>2</sup>, parte desta área inclui atividades extrativas, o que atesta as dificuldades encontradas na implementação e definição deste tipo de reserva marinha. Estas barreiras apontam para um longo caminho que deve ser seguido para atingir a sustentabilidade das atividades humanas no espaço marinho e costeiro (Santos et al., 2010).

Os benefícios devolvidos pelas AMP ultrapassam as suas fronteiras, contribuindo para obter saúde, bem-estar e meios de subsistência e para o fortalecimento ou restauro dos ecossistemas e dos seus serviços. Estas medidas de proteção dos ecossistemas aumentam a sua resiliência e promovem as economias locais reduzindo a pobreza. Estes espaços devolvem uma solução natural para desafios globais, como o armazenamento e sequestro de carbono, mitigando as alterações climáticas. Além disto, estes espaços contribuem para atingir vários dos objetivos do desenvolvimento sustentável como a eliminação da pobreza e da fome, a produção de água potável ou o crescimento económico (Belmonte et al., 2016).

De acordo com a IUCN (IUCN, 2018) e segundo (Agardy, 1997) existem seis categorias nas quais se podem enquadrar e classificar as diversas áreas marinhas protegidas existentes, de acordo com os seus objetivos.

- ✓ **Categoria 1a – Reserva Natural Integral**, área de terra ou mar que possui um ecossistema representativo e característico de uma região biogeográfica, características geológicas ou espécies de interesse primário para a conservação da biodiversidade. Este espaço está disponível para estudo científico e acompanhamento ambiental, sendo restrita a presença humana.
- ✓ **Categoria 1b – Reserva Natural**, área de terra ou mar com poucas ou nenhuma modificações pela ação antropogénica, conservando o seu carácter natural, com pouca ou nenhuma presença humana, sendo protegidas para preservar a sua condição natural.
- ✓ **Categoria 2 – Parque Nacional**, área natural extensa de terra ou mar, de elevada importância na conservação da Natureza e da biodiversidade, destinada a:
  - proteger a integridade ecológica de um ou mais ecossistemas para as gerações presentes e futuras;
  - excluir a exploração e ocupação sem ligação à proteção da área;
  - fornecer um espaço para uso educativo, lúdico ou científico, compatibilizando as atividades com a conservação da natureza e dos bens culturais existentes.
- ✓ **Categoria 3 – Monumento Natural**, área que contém um ou mais sítios específicos de valor e importância natural ou cultural excecional, devido à sua raridade, qualidades estéticas inerentes ou significado cultural que lhe é atribuído.
- ✓ **Categoria 4 – Área protegida para a gestão de habitats e/ou espécies**, área de terra ou mar sob medidas de ativa gestão e intervenção para preservar a manutenção dos habitats ou satisfazer objetivos e necessidades relativas à conservação de determinada espécie ou espécies.
- ✓ **Categoria 5 – Paisagem Protegida/Marinha**, paisagem de terra, costa ou mar, onde o contacto entre as pessoas e a natureza ao longo do tempo tem criado uma área com elevado valor estético, ecológico ou cultural, associada frequentemente a espaços com

diversidade biológica e na qual a preservação da integridade desta interação é vital para a proteção, manutenção e evolução da área.

- ✓ **Categoria 6 – Área protegida para a gestão de recursos**, área que contém sistemas naturais sem modificações, gerido uma proteção a longo termo para a manutenção da biodiversidade e de um fluxo sustentável de produtos e serviços necessários para satisfazer sustentavelmente as necessidades socioeconómicas nas regiões envolventes (Bulhões, 2015; Day J., Dudley N., Hockings M., Holmes G., Laffoley D., 2012) .

Verifica-se que as AMP com maior sucesso têm como objetivo a conservação de processos ecológicos essenciais, bem como de habitats e espécies ameaçadas. Assim, uma AMP pode ser estabelecida para criar condições às comunidades locais, atribuindo-lhes responsabilidade pelo usufruto do espaço oceânico e do acesso aos seus recursos (Agardy, 1997).

Em Portugal, dada a diversidade biológica, geológica e alguma diferenciação do clima deste território, permitiu a génese de vários ecossistemas de elevada importância. Por forma a proteger a diversidade de habitats e espécies existentes, a implementação de legislação europeia e nacional promoveu a conceção de parques nacionais e naturais, reservas naturais, paisagens protegidas ou monumentos naturais (Figura 4) ao longo de toda a costa e do interior do país.

Dentro da rede nacional de áreas protegidas no território português incluem-se locais com importância em termos de reservas marinhas e costeiras (Figura 4). E são eles a Reserva Nacional das Berlengas, o Parque Natural da Arrábida, a Reserva Natural das Dunas de São Jacinto, o Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina, o Parque Natural do Litoral Norte e a Reserva Natural das Lagoas de Santo André e Sacha (MAMAOT, 2012).

## 2.2 Utilização do *software* Marxan with Zones para suporte da tomada de decisão

### 2.2.1 Origem e objetivo da utilização do Marxan with Zones

O Marxan foi desenvolvido na Universidade de Queensland para ajudar a autoridade do *Great Barrier Reef Marine Park* no plano de zonamento em 2003-2004. Atualmente é o *software* mais utilizado globalmente no planeamento sistemático de áreas protegidas (Zanella, 2016).

O Marxan with Zones é uma versão melhorada do Marxan sendo uma ferramenta concebida para o apoio à decisão desenvolvida pelo *The Ecology Centre*, da Universidade de

Queensland. O desenvolvimento deste *software* surge da necessidade de apoiar o design das áreas marinhas protegidas na costa da Califórnia (M. E. Watts et al., 2008). Mantendo as mesmas funcionalidades da versão antecessora permite ainda alocar unidades de planeamento (UP) a zonas múltiplas, ou seja, permite conceber AMP com vários níveis de proteção. A este melhoramento junta a capacidade de incorporar vários custos na estrutura de planeamento sistemático (M. Watts et al., 2008).

O objetivo do Marxan with Zones é atribuir a cada UP na região de estudo uma zona particular procurando alcançar os objetivos ecológicos, sociais e económicos com um mínimo custo e com o mínimo de alteração quantitativa e espacial do uso dos solos (Adams et al., 2016). O Marxan é uma ferramenta utilizada para conceber de forma eficiente redes de áreas protegidas ou sistemas de reservas (M. E. Watts et al., 2008).

O zonamento surge como um melhoramento que esta nova ferramenta é capaz de impor durante as suas simulações. Na prática, o zonamento corresponde ao acomodar de atividades que poderiam entrar em conflito de interesses. Estas podem ser ligadas à própria conservação, às atividades recreativas ou extrativas (Day, 2002).

As áreas prioritárias resultam da divisão da região a planear em várias UP. As dimensões das UP são definidas pelo utilizador, bem como as metas de conservação. A partir da definição da quantidade de cada recurso (habitat, espécie, local histórico ou de importância cultural) a atribuir por UP é criado o portefólio das unidades de planeamento através do cálculo do *software* permitindo atingir as metas definidas ou encontrar soluções “quase-ótimas”. O Marxan seleciona as unidades de planeamento para chegar a determinados objetivos tendo em conta outros dois fatores.

O primeiro fator deve-se ao custo das UP. Cada unidade tem atribuído um custo, para o qual o *software* tenta minimizar o seu valor entre as UP combinadas do seu portefólio, sendo que por vezes é inevitável selecionar algumas mais dispendiosas para alcançar as metas propostas. O custo da UP advém de fatores como a área, o risco de ser afetado por impactes antropogénicos ou o custo-oportunidade resultantes da sua proteção.

O segundo fator deve-se à capacidade de configurar o *software* apenas para selecionar UP que sejam adjacentes umas das outras, ao invés de unidades teoricamente melhores, mas desconectadas. Esta opção permite evitar que se criem unidades de planeamento ecologicamente menos viáveis e de gestão mais difícil. Ao reduzir a fragmentação das UP geram-se mais unidades a ser adicionadas ao portefólio, pelo que o utilizador deve executar esta fase de troca ponderando a importância da minimização da borda externa entre os fragmentos. Este passo é feito definindo um modificador de comprimento de limite, “BLM”. Após estas operações o Marxan através do seu

modelo de cálculo, o recozimento simulado – método heurístico para resolver problemas de otimização na seleção de um local, usando a probabilidade – cria portefólios com as melhores soluções para as UP existentes que incluem as áreas prioritárias a serem conservadas.

Durante as simulações do *software* é identificado um portefólio eficiente de cada vez que é executado o programa. Sendo executadas 100 corridas são gerados 100 portefólios diferentes, produzindo dois tipos de resultados (Figura 6). Um dos resultados apresenta a melhor solução, diretamente relacionada com o custo mais baixo possível para alcançar as metas propostas de proteção da biodiversidade. Na ausência de dados relativos ao custo, pode-se usar a área como substituto, supondo que quanto maior o tamanho da reserva mais caro será a sua gestão e implementação, em alternativa poderão ser utilizados outras variáveis de cariz social, económico ou ecológico (Ardrón et al., 2010). O outro resultado indica o número de vezes que determinada UP foi selecionada entre os portefólios, sendo que ao estar presente em todos os portefólios a UP é considerada insubstituível e imprescindível para obter as metas de conservação, as restantes podem ser trocadas por alternativas similares desde que não comprometam as metas de conservação (Ball and Possingham, 2000).

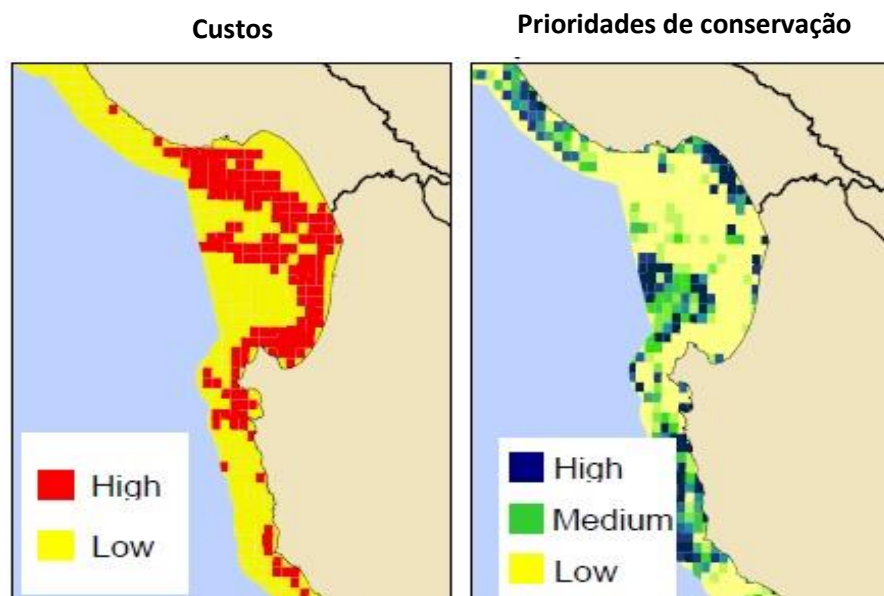


Figura 6 - Resultados provenientes do Marxan adaptado de Ardrón et al., 2010

### 2.2.2 Importância deste *software* como ferramenta de apoio à tomada de decisão

Como um dos principais *softwares* de apoio ao planeamento sistemático de áreas protegidas, o Marxan fornece suporte em várias fases da tomada de decisão:

- ✓ na identificação de falhas em sistemas de áreas protegidas já implementados;

- ✓ na verificação da eficiência destes sistemas para alcançar os seus objetivos de conservação;
- ✓ na identificação de locais prioritários para a conservação da biodiversidade (Zanella, 2016).

No estudo feito por Zanella et al. (2015) aplicado ao mar *Kattegat*, localizado entre a Dinamarca e a Suécia, foi aplicado o *software* Marxan. Foram utilizados dados biológicos (de espécies com elevado valor comercial) e socioeconómicos (relacionados com as atividades económicas desenvolvidas naquela área) de elevada importância na região, alheando-se das áreas já designadas pela Rede Natura 2000, para futura comparação de resultados. Os resultados alcançados pelo *software*, além de respeitarem as metas de conservação, permitiriam uma redução espacial e dos custos dedicados à área de conservação em relação à situação existente. Assim, foi possível comprovar que este *software* permite através do planeamento sistemático criar com eficácia uma reserva marinha, tornando-se válido como ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Complementando o trabalho do programa deve-se envolver e consultar todas as partes interessadas e afetadas ao projeto (*stakeholders*), para projetar um plano ideal de ordenamento do território na área em estudo (Jumin et al., 2017).

As soluções devolvidas pelo Marxan with Zones ao apresentar vários níveis de proteção dentro da mesma AMP, permitem alcançar vários objetivos dos *stakeholders*. Esta característica facilita e resolve muitos dos problemas relacionados com conflitos de interesse que poderiam surgir na definição destes espaços no contexto de planeamento territorial (Adams et al., 2016; Grantham et al., 2013).

A visualização das soluções do zonamento permite apoiar a tomada de decisão ponderando entre as alternativas devolvidas pelo *software*. Isto pode ser feito utilizando a “*best solution*”, mapa onde se alcança a maior percentagem de metas de conservação definidas pelo utilizador ou com base na frequência da escolha das UP, sendo uma orientação que se aproximará da solução ideal (Grantham et al., 2013).

A utilização deste *software*, que devolve cenários com vários níveis de proteção, resulta de um avanço relativo aos cenários devolvidos pelo Marxan, que só devolve zonas de proteção simples. Permite alcançar as metas de conservação dos habitats e espécies consideradas reduzindo a área necessária para tal propósito, coexistindo com as outras atividades socioeconómicas que possam já existir. Esta abordagem reforça o papel desta ferramenta na conceção das AMP permitindo uma equidade maior em termos da minimização de impactes nas atividades envolvidas e coexistentes na área de estudo. Esta novidade do *software* favorece um



levantamento mais exaustivo dos dados das atividades existentes a incluir no processo e no envolvimento dos *stakeholders* em todo o procedimento (Grantham et al., 2013; Ruiz-Frau et al., 2015).

### 2.2.3 Fases de planeamento no desenho de uma AMP

O planeamento de uma área marinha protegida é um processo integrado, multidisciplinar e por isso bastante complexo, que envolve várias entidades e várias fases de trabalho que devem ser respeitadas para se conceber uma reserva que atinja as metas de conservação suficientes e que respeite os interesses dos *stakeholders* envolvidos.

A projeção de uma AMP pode ser dividida em três grandes fases de trabalho: a priorização, a revisão governativa e administrativa e a consulta pública. A priorização, pode vir na sequência de resultados de um *software* de apoio como o Marxan ou de outra metodologia que permita alcançar as metas de conservação. Segue-se a revisão governativa relacionada com a tomada de decisão das entidades administrativas da localidade e, por último, a consulta das comunidades a partir da apresentação dos resultados obtidos (na prática avaliando os mapas concebidos) corrigindo ou gerindo eventual discordância com os interesses económicos dos agentes afetados por esta proposta de planeamento (Jumin et al., 2017).

Segundo Ardron, Possingham e Klein o processo de planeamento das AMP, executado no apoio à priorização das áreas de conservação, deve ser feito seguindo o método do planeamento sistemático da conservação, que envolve oito estágios consecutivos (Ardron et al., 2010), que a serem implementados aumentam as probabilidade de sucesso (Smith et al., 2009):

- ✓ Identificação e envolvimento dos *stakeholders* (Ehler and Douvere, 2009; Smith et al., 2009) - para o planeamento da AMP ser eficiente é necessário envolver o máximo de partes interessadas em todo o processo. Esta interação deve ser assegurada pela troca de informações entre as partes, permitindo que todas elas participem e colaborem na tomada de decisão. Este passo aumenta a responsabilidade do núcleo que lidera o processo de planeamento e pode incluir como *stakeholders* pessoas ligadas ao governo, indústria entre outros cidadãos interessados (Ardron et al., 2010). O uso de cenários que incorporem as preferências dos *stakeholders* na fase de desenho da reserva, permite antecipar possíveis conflitos entre os vários *stakeholders*, além de promover um maior compromisso dos mesmos neste processo (Adams et al., 2016).

- ✓ Identificar as metas e objetivos – que sejam explícitos, pragmáticos e realistas (Ehler and Douvère, 2009) para conceber uma rede abrangente diferenciando esta metodologia de outras abordagens. As metas de conservação ligam as prioridades para a proteção e restauro da biodiversidade. As metas socioeconómicas procuram defender e melhorar os interesses sociais e económicos das comunidades que residem na periferia (Ardrón et al., 2010).
- ✓ Compilação dos dados – na projeção de uma rede que respeite as metas e os objetivos definidos, é fulcral perceber e mapear os recursos existentes que virão a ser conservados dentro da rede. Estão incluídos nestes recursos os usos humanos, as ameaças à biodiversidade, a posse dos terrenos e os conflitos de interesse relacionados com as atividades antropogénicas (Ehler and Douvère, 2009). Os recursos de conservação poderão estar ligados a áreas de elevada importância para determinadas espécies ou à descrição dos vários habitats existentes e à distribuição da biodiversidade; incluem locais com elevado valor em termos de pesca ou mineração; as ameaças podem traduzir informações sobre fontes pontuais de poluição e a posse de terrenos indica informações sobre licenças atribuídas para explorações ou áreas pertencentes a privados. Quanto mais eficiente for este procedimento e maior a quantidade de dados ecológicos, sociais, económicos e culturais recolhidos, mais fácil se tornará a compreensão do cenário existente e a identificação de lacunas para que estas possam ser corrigidas (Ardrón et al., 2010).
- ✓ Estabelecer metas de conservação (McNeely et al., 1990) e princípios de design da área protegida – devem ser descritos os valores-alvo de proteção para cada recurso de conservação (habitat ou espécie, locais históricos marítimos e de importância cultural) dentro da rede (Smith et al., 2009), bem como impostos princípios relativos à configuração da rede (tamanho, forma, número e ligação entre os locais) para aumentar a resiliência e integridade ecológica da mesma (Ardrón et al., 2010). A entidade governativa deve apostar na maximização da conservação da biodiversidade, assegurando simultaneamente a sobrevivência das espécies ameaçadas existentes nestas áreas. Dado a importância do custo monetário neste tipo de atividades, devem ser estabelecidas prioridades de conservação que devem respeitar alguns critérios, como a distintividade – para manter a variedade de formas de vida deve ser dada prioridade de conservação aos elementos mais distintos e endémicos de um lugar apenas; a ameaça – as espécies e

habitats expostas a um maior risco devem ter prioridade elevada em relação às demais e a utilidade – a prioridade deve ser empregue a espécies cuja perda terá um impacto negativo na humanidade, como as espécies de plantas selvagens, formas selvagens de animais domesticados, plantas medicinais ou de forragem (Ehler and Douvère, 2009; McNeely et al., 1990).

- ✓ Rever e analisar as AMP existentes e identificar eventuais falhas na rede – é importante ter em conta as áreas protegidas existentes e após a compilação dos dados e a definição das metas, deve-se rever e melhorar o que existe para alcançar o que for pretendido em termos de conservação (Ardrón et al., 2010).
- ✓ Selecionar novas AMP – será feita nesta fase a correção das lacunas existentes e identificadas no passo anterior. Serão criadas configurações alternativas para criar redes completas que tenham incluídos os objetivos de conservação e os critérios especificados para o projeto em causa. Da análise entre as alternativas e o que existe implementado serão selecionados novos locais para a proteção da biodiversidade, e é aqui que os *softwares* de apoio à decisão, como o Marxan ou o Marxan with Zones poderão ser úteis na identificação dos melhores cenários e soluções (Ardrón et al., 2010).
- ✓ Implementar ações de conservação – esta fase requer a tomada de decisão sobre determinadas fronteiras a ser estabelecidas e sobre medidas de gestão adequadas a ter em conta para o local em estudo. Poderá ser necessária a definição de prioridades durante o estabelecimento da AMP, na eventualidade da área protegida estar impedida de ser implementada de uma vez só, obrigando à tomada de medidas de proteção de cariz provisório (Ardrón et al., 2010; Ehler and Douvère, 2009).
- ✓ Manter e monitorizar a rede de AMP e divulgar os resultados das avaliações (Smith et al., 2009) – quando a rede de áreas marinhas estiver implementada, determinados indicadores ligados às metas e objetivos definidos darão informações sobre o estado da rede. Estas informações permitirão avaliar se a gestão está a ser efetivamente feita na preservação da integridade ecológica de cada um dos locais, avaliando e monitorizando o contributo destes sítios em particular para a rede no geral (Ardrón et al., 2010; Ehler and Douvère, 2009).

Seguindo todas estes passos, respeita-se uma metodologia usada com elevada eficiência na conceção de AMP, assegurando que o processo é transparente, inclusivo e defensável ao incluir todos as partes interessadas e ao escutar as suas opiniões. O Marxan e o Marxan with Zones podem ser utilizados com vários propósitos e em várias fases deste tipo de procedimento. O *software* foi concebido para apoiar na seleção de novas AMP, permitindo ao utilizador avaliar cada cenário bem como sugerir pequenos ajustes às soluções apresentadas. Esta análise das soluções obtidas pelo *software* ajuda na definição de ações prioritárias para a conservação. Dado estas particularidades, o *software* é capaz de apoiar na fase verificação das capacidades das AMP já existentes em alcançar as metas definidas, bem como apoiar na fase da criação de medidas de conservação e no desenvolvimento de planos de zonamento para as áreas selecionadas (Ardrón et al., 2010).

As soluções para as reservas marinhas devolvidas pelo *software* não devem ser o cenário final, mas sim uma proposta a ser afinada com outras considerações a nível ecológico, político ou socioeconómico. Estas soluções devem ser um apoio ao estabelecimento das AMP pois tem em consideração múltiplas variáveis na alocação das áreas destinadas à proteção da biodiversidade sem inviabilizar as outras atividades existentes, que têm igualmente o seu peso social e económico (Ruiz-Frau et al., 2015).

## Capítulo 3 - Casos de estudo utilizando o Marxan with Zones - análise *benchmarking*

Após a contextualização teórica deste trabalho e dos objetivos lançados nos capítulos anteriores, neste terceiro capítulo serão apresentadas a distribuição e algumas informações sobre as AMP existentes, bem como analisados casos de estudo em que foi utilizado o Marxan with Zones como *software* de apoio, por via de uma análise *benchmarking*.

As informações recolhidas relativas às AMP dispersas pelo globo dão uma ideia real da dispersão, bem como dos diferentes aglomerados, tamanhos e formas que as caracterizam.

De seguida, durante a análise dos casos de estudo, serão explorados os seus âmbitos e parte dos elementos que os constituem contribuindo para uma análise comparativa dos mesmos. Simultaneamente, este procedimento permite recolher informações e *know how* sobre este campo do planeamento marinho.

A análise *benchmarking* é um instrumento de gestão que permite melhorar o desempenho. Esta ferramenta baseia-se na aprendizagem das melhores experiências e ideias exploradas em campos similares ou concorrentes contribuindo para o aprimorar da performance da entidade interessada (Pagliuso, 2005). Neste trabalho ao estudar outros casos de estudo em que foi aplicado o Marxan with Zones, permite criar uma base de conhecimento sustentada sobre as suas aplicações, debilidades e o seu papel para a tomada de decisão na definição do planeamento e gestão do espaço marinho.

### 3.1 Distribuição das Áreas Marinhas Protegidas pelo globo

Durante a Convenção para a Diversidade Biológica em 2010, foi definido um plano para, entre 2010 e 2020, reduzir a perda de biodiversidade e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais. No seguimento deste plano foram definidas 20 metas para a biodiversidade, conhecidas como “Metas de Aichi”. A meta 11 tem como objetivo tornar em AMP 10% das áreas costeiras e marinhas, especialmente áreas com elevada importância para os serviços dos ecossistemas e biodiversidade (UE, 2006) .

Ao longo dos últimos anos o número e espaço correspondente às áreas marinhas protegidas tem aumentado. Em 2000 a área abrangida pelas AMP era de aproximadamente 2 milhões de quilómetros quadrados, 0,7% do oceano. Desde então, ocorreu um aumento de dez

vezes desse espaço, situando-se atualmente próximo dos 27 milhões de km<sup>2</sup> abrangidos por AMP (Figura 7).

A plataforma online do *Protected Planet*, uma interface pertencente à *World Database on Protected Areas*, informa o utilizador sobre as áreas protegidas terrestres e marinhas, sendo estas atualizadas mensalmente. Esta plataforma recebe submissões de governos, Organizações Não-Governamentais (ONG) ou comunidades, é gerida pelo Centro Mundial de Monitorização da Conservação do Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP – WCMC) com o apoio da IUCN e da Comissão Mundial para as Áreas Protegidas (WCPA).

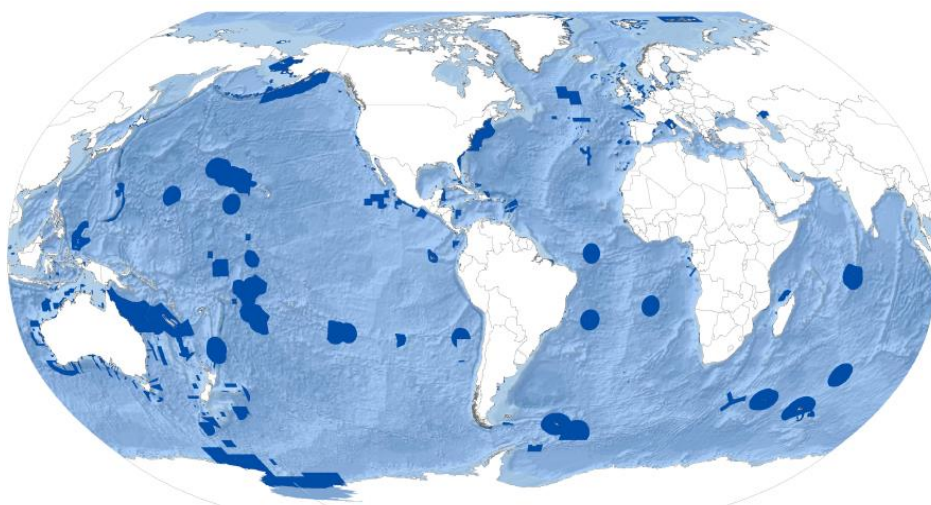


Figura 7 - Áreas Marinhas Protegidas [julho, 2018], (IUCN & UNEP-WCMC, 2018)

Esta plataforma permite ao utilizador a consulta e uso de dados para a tomada de decisão seja para o desenvolvimento de políticas ou no planeamento de zonas de conservação da biodiversidade e de serviços dos ecossistemas. No campo do planeamento dos locais destinados à conservação da biodiversidade, a informação pode prever as áreas com impactos positivos resultantes das propostas.

Pelos dados disponibilizados neste sítio, à data de 23 de agosto, existem 15 334 áreas marinhas protegidas que cobrem 7,44% dos oceanos. A destacar que 2,25% da área oceânica está interdita a pescas, mineração, perfuração ou outro tipo de atividades extrativas, sendo por isso conhecidas como “*no-take zones*” dentro das AMP.

Atualmente, estão classificadas como águas nacionais 39% da área oceânica, das quais 17,3% são áreas protegidas. O remanescente da área oceânica, 61%, são águas internacionais com apenas 1,18% do seu espaço classificado como área protegida.

Estas mesmas AMP perfazem uma área total de 26 945 395 km<sup>2</sup>, estando distribuídas por áreas com jurisdição nacional (águas nacionais) e em áreas fora das jurisdições nacionais (águas internacionais). No caso das águas nacionais este tipo de reserva é facilmente concebida pela entidade governativa, contrastando com a dificuldade derivada do complexo quadro legal para estabelecer uma AMP em águas internacionais (IUCN & UNEP-WCMC, 2018).

Como referido anteriormente, esta última década tem sido positiva na criação de AMP e existem bons exemplos em todo globo de países com uma enorme área de águas nacionais sob proteção (ver Tabela 3). Além disto, determinadas regiões com enorme riqueza de biodiversidade em fauna e flora, como nas ilhas Galápagos ou Subantárticas, incluem praticamente 100% da sua área em AMP. No globo, existem regiões com enormes áreas marinhas protegidas como são exemplo o mar de Coral, com 995 251 km<sup>2</sup>, ou as ilhas remotas do Pacífico, com 1 277 784 km<sup>2</sup>, entre outros exemplos de grandes AMP podem ser consultados na Tabela 4.

*Tabela 3 – Áreas marinhas protegidas de alguns países selecionados (IUCN & UNEP-WCMC, 2018)*

País	Águas nacionais sob proteção (km <sup>2</sup> )	Águas nacionais sob proteção (%)
Austrália	3 014 429	40,56
Estados Unidos da América	3 527 444	41,06
França	154 897	45,05
Holanda	17 126	26,68
Nova Zelândia	1 247 327	30,38
Reino Unido da Grã-Bretanha e da Irlanda do Norte	208 870	28,88
Portugal	51 617	3*

\*incluído mar territorial, ZEE e plataforma estendida – águas sob jurisdição nacional

Em Portugal existem atualmente 71 AMP, das quais 9 são de âmbito local – AMP das Avenças, 5 parques arqueológicos dos Açores e 3 AMP criadas por iniciativa a nível local na ilha de Santa Maria. Nos Açores encontram-se 60 AMP, 43 das quais em mar territorial. Na ZEE e na zona da plataforma estendida apenas se encontram AMP na região dos Açores. No Continente encontramos 8 AMP e na Madeira 5. No mar territorial do Continente 3% da área é de proteção total, estando proibida a pesca. A maior parte das AMP é moderadamente protegida permitindo várias artes de pesca e outras atividades com potencial impacte nos ecossistemas (Horta e Costa, 2017).

Tabela 4 - As 10 maiores áreas marinhas protegidas (<https://www.protectedplanet.net/marine> acedido a 21 de agosto de 2018, IUCN & UNEP-WCMC)

Região da área marinha protegida	Área (km <sup>2</sup> )
<i>Ross Sea Region Marine Protected Area</i>	2 060 058
<i>Marae Moana</i>	1 981 965
<i>Réserve Naturelle Nationale des Terres australes françaises</i>	1 654 999
<i>Papahānaumokuākea Marine National Monument</i>	1 516 557
<i>Parc Naturel de la Mer de Corail</i>	1 291 643
<i>Pacific Remote Islands</i>	1 277 784
<i>South Georgia and South Sandwich Islands Marine Protected Area</i>	1 069 872
<i>Coral Sea</i>	995 251
<i>Steller Sea Lion Protection Areas, Gulf</i>	866 717
<i>Pitcairn Islands Marine Reserve</i>	839 568

### 3.2 Descrição dos casos de estudo analisados

O planeamento sistemático da conservação incorpora aspetos ecológicos e socioeconómicos na conservação, providenciando uma abordagem robusta e transparente na alocação espacial das prioridades de conservação, tendo em conta os recursos disponíveis (Margules et al., 2000).

É por isso, considerada uma das melhores práticas na identificação de prioridades de conservação sendo utilizada em todo mundo na conceção de AMP, como refere Álvarez-Romero et al. (2018) que recolheu 259 documentos sobre esta abordagem. Nos documentos recolhidos destacam-se a Austrália, Canadá, Reino Unido, EUA e África do Sul como referências pela quantidade de estudos publicados. De assinalar que o Marxan foi utilizado como suporte à priorização em 56% dos estudos, entre outros *softwares* como o Zonation e o C-Plan (Álvarez-Romero et al., 2018).

Neste subtópico serão descritos os casos de estudo analisados para o *benchmarking*. Inicialmente será descrito o procedimento executado para o levantamento dos casos de estudo (Figura 7). De seguida, serão enumeradas as condições tidas em conta para restringir os casos de estudo, contextualizando e descrevendo os âmbitos de alguns dos textos excluídos. E, por fim,



serão apresentados os casos de estudos selecionados com a análise comparativa do seu conteúdo.

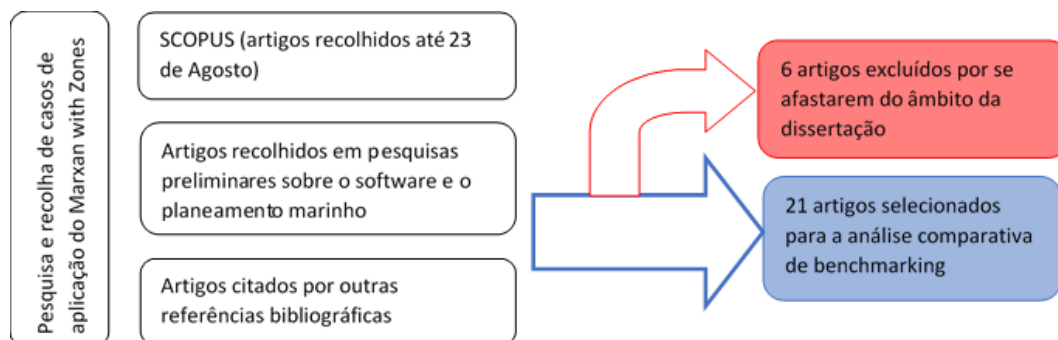


Figura 8 - Procedimento na seleção de casos de estudo para o benchmarking

Numa primeira fase os artigos estudados sobre casos de aplicação foram encontrados nas primeiras pesquisas sobre a área e o *software*, como por exemplo Fernandes et al. (2018), Henriques et al. (2017) ou Jumin et al. (2017), entre outros documentos de referência no campo do planeamento marinho.

Para completar o levantamento bibliográfico necessário à análise *benchmarking* foram consultados diversos artigos via SCOPUS (<https://www.scopus.com/> acedido até 23 de agosto, SCOPUS) e via SCIENCE DIRECT (<https://www.sciencedirect.com/> acedido a 20 de agosto de 2018, SCIENCE DIRECT), onde a pesquisa foi restrita às palavras-chave “Marxan with Zones”, obtendo como resultados 20 artigos. Destes casos recolhidos alguns foram utilizados para a análise comparativa, ver Tabela 5, enquanto que outros foram excluídos por não cumprirem determinadas condições. Além dos artigos consultados na plataforma SCOPUS, alguns trabalhos foram adicionados para análise pela referência em artigos do mesmo campo de estudo.

Como mencionado nos capítulos introdutórios, esta dissertação consiste na aplicação do *software* Marxan with Zones a uma faixa da costa portuguesa, para avaliar as capacidades do *software* no apoio ao planeamento e gestão das zonas costeiras e marinhas. Sendo este o mote do trabalho desenvolvido os artigos recolhidos que exploravam outras temáticas foram excluídos de uma análise mais aprofundada. Apesar disso, para conhecer os diversos domínios em que esta ferramenta é aplicada, os artigos foram revistos e anotados o campo da sua aplicação.

*Tabela 5 - Elementos de suporte ao benchmarking, provenientes da análise de casos de aplicação do Marxan with Zones*

Caso de estudo	Palavras-chave	Local	Tamanho da área de estudo	Recursos de conservação	Atividades socioeconómicas	Custos de implementação	Tamanho da UP	Número de UP	Metas de conservação
(Ruiz-Frau et al., 2015)	✓	País de Gales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Levin et al., 2013)	✓	Israel	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓
(Mehri et al., 2017)	✓	Irão	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Adams et al., 2016)	X	Austrália	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Jumin et al., 2017)	✓	Malásia	✓	✓	✓	✓	X	X	✓
(Hermoso et al., 2015)	✓	Austrália	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Hermoso et al., 2016)	✓	Portugal e Espanha	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Bernasconi et al., 2016)	X	Brasil	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Law et al., 2017)	✓	Indonésia	X	✓	✓	✓	✓	X	✓
(Lourival et al., 2011)	✓	Brasil	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Mazor et al., 2014)	✓	Israel	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Metcalf et al., 2015)	✓	Reino Unido	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
(Mills et al., 2012)	✓	Ilhas Fiji	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
(Schröter et al., 2014)	X	Noruega	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Yates et al., 2015)	✓	Irlanda do Norte	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Magris et al., 2017)	✓	Brasil	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Yeum et al., 2018)	✓	Coreia do Sul	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Wendt et al., 2016)	X	Ilhas Fiji	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Klein et al., 2010)	X	EUA	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓
(Parker et al., 2015)	✓	Canadá	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
(Hermoso et al., 2018)	✓	Austrália	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓

Um dos critérios utilizados para a exclusão está relacionado com o *software* utilizado, apesar de podermos estar perante um artigo do mesmo âmbito da dissertação, este pode ter utilizado outras ferramentas de suporte. Em particular, foram revistos artigos que utilizavam a versão predecessora do Marxan with Zones, nomeadamente do Marxan, para melhor conhecer como este operava e as principais diferenças obtidas em termos de metodologia e resultados, exemplos disso são os artigos de Beyer et al. (2016); Fernandes et al. (2018) e Grantham et al. (2013).

No artigo de Grantham et al. (2013) o Marxan foi aplicado no design de AMP na Indonésia, para encontrar soluções que permitam a coexistência da conservação da biodiversidade, minimizando as perdas económicas para os locais com a identificação de áreas para a pesca sustentável. No artigo de Beyer et al. (2016) encontra-se uma avaliação do modelo matemático intrínseco ao Marxan, especificamente o recozimento simulado, um método numérico de aproximação, comparando este com um modelo numérico exato de integração linear. São feitas comparações dos dois modelos, das suas limitações e potencialidades, para uma melhor ponderação em situações de planeamento da conservação. No artigo de Fernandes et al., 2018, é feita a aplicação do *software* para identificação de áreas prioritárias de conservação tendo em conta o panorama português do OEM e dos impactes das suas atividades.

Kirkman (2013) refere a utilização do Marxan e do Marxan with Zones como ferramenta de apoio à decisão na definição das fronteiras em AMP na Austrália. Acaba por ser excluído por ter pouca informação relativa à fase da utilização do *software*, apostando mais na descrição dos princípios utilizados para a definição das AMP e seu zonamento. O trabalho de Cheng et al. (2015) é outro exemplo da comparação de métodos numéricos, entre a integração linear e o algoritmo do Marxan with Zones. São avaliadas as soluções devolvidas por ambos os métodos e de acordo com determinados parâmetros é ponderada qual a melhor alternativa para o zonamento das AMP. No artigo de Watts et al. (2009) são avaliadas as capacidades numéricas do Marxan with Zones como melhoramento em relação ao Marxan, devido à introdução do zonamento no seu modelo. Este procedimento é feito com base na análise de três casos de estudo e na avaliação do comportamento do *software* para questões como as zonas múltiplas, os custos impostos e a utilização de vários recursos de conservação. Por fim, o último artigo excluído da autoria de Sini et al. (2017) refere o programa como crucial no apoio à priorização espacial, mas ao longo do seu artigo cinge-se à avaliação da qualidade dos dados relativos a espécies e habitats marinhos no Mar Egeu. Ou seja, este trabalho reúne um conjunto de fases que precedem a utilização do *software*, relacionadas com a recolha e avaliação dos dados ecológicos existentes.

Avançando para a análise dos artigos, que pela sua estrutura e âmbito se aproximam do trabalho realizado nesta dissertação, foram verificadas a presença ou não de determinados elementos na sua composição (Tabela 5 e Anexo I), exemplos disso são:

- ✓ as palavras-chave;
- ✓ o tamanho da área de estudo;
- ✓ a identificação dos recursos de conservação;
- ✓ as atividades económicas existentes na área de estudo;
- ✓ os custos de implementação;
- ✓ o número e tamanho das unidades de planeamento, UP;
- ✓ as metas de conservação a alcançar.

Antes de avançar para a análise ao pormenor dos artigos, ficam enumerados alguns dos locais de onde são provenientes os casos de estudo, comprovando a globalização da utilização do *software*:

- ✓ País de Gales (Ruiz-Frau et al., 2015);
- ✓ Israel (Levin et al., 2013; Mazor et al., 2014);
- ✓ Irão (Mehri et al., 2017);
- ✓ Austrália (Adams et al., 2016; Hermoso et al., 2018, 2015);
- ✓ Malásia (Jumin et al., 2017);
- ✓ Portugal e Espanha (Hermoso et al., 2016);
- ✓ Indonésia (Law et al., 2017);
- ✓ Brasil (Bernasconi et al., 2016; Lourival et al., 2011; Magris et al., 2017);
- ✓ Reino Unido (Metcalf et al., 2015);
- ✓ Ilhas Fiji (Mills et al., 2012; Wendt et al., 2016);
- ✓ Noruega (Schröter et al., 2014);
- ✓ Irlanda do Norte (Yates et al., 2015);
- ✓ Coreia do Sul (Yeum et al., 2018);
- ✓ EUA (Klein et al., 2010);

✓ Canadá (Parker et al., 2015).

Esta distribuição espacial dos casos de estudo vem confirmar a dispersão de AMP apontadas pela IUCN & UNEP-WCMC (Figura 7).

Como referido anteriormente, todos os artigos sujeitos à análise *benchmarking* têm em comum contribuir direta ou indiretamente para a conservação da biodiversidade, sendo esse o âmbito maioritário dos artigos. Além disso exploram áreas como os serviços dos ecossistemas; o planeamento do território; a conservação de água doce, de florestas e espaços marinhos; o planeamento sistemático de conservação; a gestão baseada nos ecossistemas e o zonamento para usos múltiplos.

A reforçar esta ideia, com base nas palavras-chave existentes nos artigos, temos conceitos nomeados como “zonamento espacial marinho”, “Marxan”, “Marxan with Zones”, “planeamento sistemático da conservação”, “zonamento”, “conservação da biodiversidade”, “água doce”, “Área Marinha Protegida”, “representatividade”, “uso sustentável dos recursos”, “conectividade”, “Natura 2000”, “serviços dos ecossistemas”, “planeamento espacial marítimo”, “resiliência” ou “áreas protegidas”. Estas palavras-chave são conceitos importantes na redação desta dissertação pelo que se encontrarão ao longo do documento, sendo indispensáveis e inerentes à área que está a ser explorada neste trabalho.

Iniciando a comparação de elementos dos artigos pelo tamanho da área de estudo, à qual se vai aplicar o Marxan with Zones, temos exemplos de todas as dimensões. A área mais pequena corresponde a 4,5km<sup>2</sup>, um caso de aplicação a um parque natural em Israel (Levin et al., 2013), já a de maior dimensões chega a uns incríveis 583 000km<sup>2</sup>, coincidente com a área da Península Ibérica (Hermoso et al., 2016). As áreas de estudo estão relacionadas com o âmbito e objetivos do trabalho, pelo que a sua dimensão retrata a nível espacial todo o espaço à qual a ferramenta será aplicada. Encontram-se outros exemplos interessantes em que a área de estudo foi o Estado de São Paulo (Bernasconi et al., 2016) ou o próprio canal da Mancha (Metcalf et al., 2015).

Outro elemento alvo de análise foi o número e tipo de recursos de conservação utilizados nos casos de estudo. Também neste tópico existem bastantes disparidades no número de recursos utilizados. Se no caso de estudo relativo ao Estado de São Paulo (Bernasconi et al., 2016), foram apenas utilizados dois recursos relativos aos biomas do cerrado e da floresta atlântica, em Adams et al. (2016) utilizaram informação de perto de 350 recursos entre peixes, pássaros, tartarugas, plantas, zonas húmidas ou fronteiras de biorregiões. Em termos de recursos cada artigo tem a sua especificidade de acordo com os seus objetivos, pelo que a variedade de recursos

é vasta incluindo mamíferos, habitats, recursos socioeconómicos, serviços de ecossistemas, espécies endémicas, espécies ameaçadas, áreas de desova ou de nidificação. Esta pluralidade de recursos confirma toda a liberdade do utilizador quanto à origem dos dados a recolher e trabalhar para inserir posteriormente no Marxan with Zones.

Em termos de atividade socioeconómicas, como boa parte dos casos se aplica à conservação do meio marinho, a pesca é sem dúvida uma atividade referida nos vários artigos estudados (Hermoso et al., 2018; Jumin et al., 2017; Klein et al., 2010; Magris et al., 2017; Mazor et al., 2014; Metcalfe et al., 2015; Mills et al., 2012; Parker et al., 2015; Ruiz-Frau et al., 2015; Wendt et al., 2016; Yates et al., 2015). Dependendo da área de estudo e das suas particularidades, existem outras atividades referidas como as pastagens, a silvicultura, a agricultura intensiva, a exploração mineira, a pastorícia, o turismo, a indústria, a produção de energia *offshore* ou a exploração de hidrocarbonetos, entre outras. Todas estas atividades fazem parte das economias das áreas de estudo dos vários artigos analisados podendo ser uma base para a recolha de dados a utilizar no *software*.

Uma das variáveis importantes a utilizar no campo da conservação são os dados relativos ao custo de implementação das áreas a conservar e proteger. Este custo faz parte das variáveis a preencher no algoritmo do *software* que será explorado nos tópicos seguintes. O custo de implementação é derivado da alteração do planeamento territorial ou marinho, e das atividades existentes nestes espaços, para uma área destinada à conservação. Os custos de conservação são importantes a ter em conta no planeamento das áreas destinadas a conservação. Estes podem corresponder ao valor da alteração na alocação e no tamanho das áreas prioritárias de conservação, em consequência das atividades até aí existentes ou com potencial de serem exploradas, bem como os seus impactes nos recursos ecológicos (Carwardine et al., 2008; Hermoso et al., 2015).

Retomando esta análise comparativa, foram utilizados como custos de implementação o valor das receitas que seriam obtidas pelas atividades económicas desenvolvidas nesse local como a pesca (Klein et al., 2010; Ruiz-Frau et al., 2015; Yates et al., 2015), o turismo e a silvicultura (Mehri et al., 2017), o custo do espaço pelo valor que lhe estava atribuído inicialmente (Adams et al., 2016; Bernasconi et al., 2016), a distância entre as vilas piscatórias e as novas zonas de pesca permitidas (Jumin et al., 2017; Wendt et al., 2016). Outros exemplos de custos são o valor comercial da lenha que poderia ser transacionada no futuro, a atribuição de um valor de intensidade de ameaça aos ecossistemas derivado das atividades existentes, custo de

reflorestação ou uma avaliação do retorno económico da exploração comercial de hidrocarbonetos.

Avançando para as unidades de planeamento, UP, que são a unidade funcional na qual assenta o algoritmo do Marxan with Zones, temos nos artigos referidos na Tabela 5 exemplos de vários tamanhos. As UP escolhidas são maioritariamente quadrados, exceção feita nos artigos de Bernasconi et al. (2016), Hermoso et al. (2018), Law et al. (2017), Parker et al. (2015) e Wendt et al. (2016) que operaram com hexágonos. Estas unidades funcionais variam entre os 100m<sup>2</sup> (Levin et al., 2013) chegando até aos 100km<sup>2</sup> (Lourival et al., 2011; Magris et al., 2017), tendo exemplos de outros tamanhos nos vários artigos. O número de UP está diretamente ligado à dimensão da área de estudo e ao tamanho da própria, temos o exemplo de Bernasconi et al. (2016) que tendo como área de estudo o estado de São Paulo escolheu uma UP relativamente pequena de 5km<sup>2</sup>, o que no fim levou à utilização de mais de 50 mil UP. O mesmo acontece para o exemplo do parque natural em Israel (Levin et al., 2013) que apesar da área de estudo ser pequena, o tamanho das UP também o é, 100m<sup>2</sup>, o que levou à utilização de quase 44 mil UP. Em oposição, outro caso de estudo no Brasil (Magris et al., 2017) utilizou uma UP de 100km<sup>2</sup>, para aplicar à costa brasileira resumindo-se a um total de 176 UP utilizadas.

Para finalizar a análise comparativa entre os artigos, temos como último ponto de comparação as metas de conservação. Se nos casos em que o objetivo é proteger uma espécie severamente ameaçada ou locais com importância de conservação, o *target* definido, por regra, é de 100% (Adams et al., 2016; Jumin et al., 2017; Magris et al., 2017), como indicam as normas definidas em convenções internacionais. Existem casos de estudo que optam por definir uma área mínima de conservação para o recurso em causa, na ordem dos 200km<sup>2</sup> no caso de Hermoso et al. (2018 e 2015). Na maioria dos casos as metas de conservação variam de acordo com o recurso a conservar, podem ter vários valores entre 10 a 100% (Hermoso et al., 2018; Lourival et al., 2011; Mazor et al., 2014; Metcalfe et al., 2015; Parker et al., 2015; Schröter et al., 2014; Yeum et al., 2018). Outra das opções é optar por um mínimo de representação para todos os recursos, 10 ou 30% em Mehri et al. (2017), Mills et al. (2012) e Ruiz-Frau et al. (2015). As metas de conservação são muito heterogéneas, estão dependentes dos objetivos a cumprir em cada caso, tendo como ponto comum a imposição da total proteção para espécies severamente ameaçadas ou para locais de elevada importância para biodiversidade ou histórica.

### 3.3 Limitações encontradas na sua aplicação

No seguimento da análise de alguns elementos constituintes dos artigos, seguimos para uma reflexão sobre as principais lacunas e limitações que os autores tiveram no decorrer do seu trabalho. Estas barreiras podem ter afetado a utilização e os resultados obtidos pelo Marxan with Zones, na medida que podem ter induzido em erro determinadas fases do procedimento que lhe é característico. Estas limitações devem ser superadas e corrigidas ou contornadas sempre que possível de forma a fortalecer o papel crucial que este tipo de *software* pode ter no apoio à tomada de decisão, no campo do planeamento marinho.

A programação por integral garante uma solução ótima e exata, que é vista como a melhor opção para os problemas de planeamento da conservação, por alguns autores (Beyer et al., 2016). O critério na seleção do método de programação deve ter em conta a quantidade de informação envolvida no procedimento, bem como a flexibilidade que permita criar soluções sem comprometer o sentido prático na aplicação destas no terreno (Ball et al., 2009). O Marxan e Marxan with Zones ao devolver várias “quase-ótimas” soluções consegue através de um procedimento rápido oferecer bastantes alternativas para ser apresentadas e discutidas com os *stakeholders*.

A recolha de dados é um passo importante para a preparação dos ficheiros de entrada no Marxan with Zones. Para suportar da melhor maneira a definição de AMP devem-se escolher o máximo de recursos de conservação possíveis, entre fatores ecológicos, sociais e económicos para aumentar o sucesso da sua implementação (Lourival et al., 2011). A ausência de dados ecológicos e das atividades socioeconómicas em quantidade, coerentes e que sejam representativos dificultam a tarefa do planeamento sistemático (Wendt et al., 2016).

O Marxan é criticado por utilizar dados de entrada imprecisos, como na estimativa da abundância dos recursos e sua distribuição, nos custos alocados às UP ou na conectividade entre estas, além do critério aleatório que pode ser aplicado na definição das metas de conservação (Ball et al., 2009). Como já foi referido neste capítulo estas lacunas podem ser ultrapassadas com a utilização de dados coerentes ou negligenciando dados que possam induzir em erro. Na definição de metas de conservação a recolha da opinião de especialistas e a consulta de casos similares entre documentos de referência pode minimizar tais imprecisões e fontes de erro.

Uma limitação a todo o processo de conservação surge quando grande parte das áreas disponíveis já estão destinadas a múltiplos usos, divididas por atividades socioeconómicas de vários setores, pelo que a possibilidade da inclusão de reservas de conservação, eventualmente,



poderá ser origem de conflitos de interesse (Levin et al., 2013). Além disto, a necessidade de adquirir áreas para esse propósito, encarece monetariamente todo o procedimento dificultando o sucesso nos objetivos de conservação, por ausência de verbas que suportem tal opção e sua sustentabilidade.

Ao incorporar dados de usos múltiplos no suporte à conceção de reservas, o *software* para reduzir potenciais impactos no planeamento das áreas de conservação, pode criar uma rede de conservação dispersa com reduzida compactação, aumentando a fragmentação entre as reservas (Mehri et al., 2017). Estas variáveis devem ser tidas em conta na análise das soluções devolvidas para aumentar a eficiência da sua implementação.

Algumas informações são disponibilizadas pelas indústrias que exploram determinadas atividades económicas permitindo uma base de trabalho, mas nem sempre isto acontece. Muitas vezes recorre-se a outras origens como registos de observação ou inquéritos a pescadores, moradores, peritos nas áreas de interesse, entre outros agentes para recolher dados. Dada a multiplicidade de fontes, na ausência de uma matriz que guie e padronize esta recolha de dados, a coerência e o rigor da informação recolhida podem não ser os melhores. Estes fatores são cruciais para filtrar a informação disponível, o que na prática leva a que se trabalhe com um número de recursos de conservação (espécies, habitats ou outros fatores ecológicos) longe do que seria ótimo para este tipo de procedimento.

Outra das lacunas apontadas deve-se à utilização do custo de implementação, uma das variáveis importantes a inserir no algoritmo do *software*. A opção por incluir nos custos de implementação apenas dados relativos à pesca, por vezes a única atividade em que existem dados sólidos sobre o seu retorno financeiro, inviabiliza uma análise real do impacto do estabelecimento da AMP. Isto sucede-se porque não se tem em conta uma abordagem mais ampla de outras atividades, sejam elas culturais ou recreativas, ligadas ao turismo, desportos náuticos ou promotoras de postos de trabalhos indiretos (Ruiz-Frau et al., 2015).

A atribuição de custos por camadas, ou seja, ao agregar custos de diferentes origens nas UP disponíveis obriga à utilização de fatores de ponderação para normalizar estas variáveis. Estas ponderações podem ser injustas para alguns custos sociais ou menosprezar alguns custos de oportunidade para os agentes envolvidos, pelo que deve ser uma fase avaliada com critério (Ball et al., 2009).

As más opções na inclusão dos custos poderão gerar consequências negativas não premeditadas na avaliação do setor socioeconómico de uma região, bem como dificultar a

implementação e eficiência das soluções de conservação definidas. Isto acontece porque ao ficar limitados aos únicos dados disponíveis é importante conseguir relativizá-los de acordo com a real importância que têm, evitando cair no erro de não ter em conta outras atividades coexistentes, mas que dispõem de menos informação para serem incluídas neste processo.

Outro agente de erro será seguir as soluções obtidas pelo Marxan with Zones, inseridas no planeamento sistemático, como estanques e definitivas. A negligência para com o comportamento de processos ecológicos derivados de fatores abióticos e bióticos, ao longo do tempo e espaço assumindo que estes são estáticos, é uma falha deste tipo de procedimento. Apesar disso, é uma limitação que tem vindo a ser corrigida ao ter em conta fatores como as alterações climáticas ou algumas dinâmicas relativas à distribuição das espécies, informações para as quais o *software* está preparado para incluir e devolver alternativas mais próximas do que acontece na realidade (Law et al., 2017; Levin et al., 2013; Metcalfe et al., 2015).

A incorporação de dados espaciais socioeconómicos dos diferentes *stakeholders* envolvidos leva a criar soluções mais justas em termos de custos no estabelecimento de planos de conservação (Ruiz-Frau et al., 2015). Uma alternativa encontrada para a ausência de dados, numa determinada área, é a utilização de dados substitutos ou equiparáveis. Nesta situação utilizam-se dados das mesmas atividades em áreas adjacentes ou próximas. Uma alternativa será negligenciar determinada atividade em prol de outra que seja detentora de mais informação (Ruiz-Frau et al., 2015), podendo induzir no erro anteriormente referido, senão existir cuidado na utilização de tais dados.

Numa fase de exposição das propostas de conservação obtidas pelo Marxan with Zones, a apresentação de uma única solução cria mais dificuldades em obter o consenso entre os *stakeholders*, caso estes não tenham contribuído prematuramente na definição das mesmas. Ao descurar da intervenção dos *stakeholders*, nas várias fases do processo de planeamento, pode dificultar a implementação de tais planos. A opção pela análise da solução baseada na frequência da escolha das UP (solução que aglomera as UP mais vezes selecionadas durante as simulações do *software*) ao invés da “melhor” solução devolvida, permite manter o sucesso no alcance das metas de conservação e eventualmente poderá minimizar possíveis conflitos (Parker et al., 2015).

Outra solução será trabalhar aplicando o mesmo procedimento mas de forma continuada e iterativa, com melhoramentos contínuos de acordo com a evolução da implementação das medidas acordadas (Jumin et al., 2017; Schröter et al., 2014; Wendt et al., 2016; Yates et al., 2015). Para se ter sucesso no zonamento das áreas de conservação, este processo não deve ser

estático e deve estar em continua adaptação e diálogo com os *stakeholders* (cientistas independentes, residentes locais, indígenas, governos regionais, ONG). Seguindo uma estratégia de gestão adaptativa (Parker et al., 2015) criam-se condições para uma aprendizagem social e aumenta a confiança geral nas decisões governativas, favorecendo o sucesso e resiliência na implementação de tais medidas.

Mesmo aplicando o zonamento com recurso a um *software* como o Marxan with Zones, é praticamente inevitável recorrer a trocas entre as atividades socioeconómicas e os objetivos de conservação, mesmo que o planeamento sistemático de conservação tenha sido concebido para minimizar os impactes no setor socioeconómico (Metcalf et al., 2015). Algumas situações de conflitos devem-se à ausência de alternativas às “*no-take zones*”, zonas em que todas as atividades do Homem estão interditas, principalmente as atividades extrativas. Apesar da sua importância para a recuperação de *stocks* e biomassa, esta medida pode gerar conflitos quando implica a deslocalização da pesca comercial, aquicultura ou outras atividades, sendo uma barreira ao sucesso de determinadas propostas de conservação (Jumin et al., 2017).

As negociações durante a resolução de conflitos devido aos vários usos e atividades envolvidas no planeamento e gestão do espaço marinho encontram, por vezes, enormes barreiras políticas. Isto sucede-se quando há necessidade de cruzar vários departamentos governativo com objetivos e visões diferentes o que somado à fraca comunicação entre eles pode levar a decisões pouco claras ou mesmo desajustadas ao que seria ideal (Yates et al., 2015).

Todas estas lacunas enumeradas na sequência do estudo *benchmarking* serão importantes no decorrer da componente prática desta dissertação, para estar alerta das dificuldades que poderão surgir e das melhores opções a tomar para minimizar os erros no decorrer do trabalho.



## Capítulo 4 – Metodologia e aplicação do *software* ao caso de estudo

O capítulo 4 está assente na exploração da componente prática da dissertação. Este é o momento do documento em que será exposta toda a metodologia seguida ligada à recolha de dados, à utilização e exploração de *softwares* e outras ferramentas utilizadas, bem como a apresentação dos resultados obtidos.

Com recurso a bibliografia diversa foi feita uma descrição da área de estudo em que se apresentam os dados biológicos e socioeconómicos que lhe são característicos e que serão a base de todo o trabalho posterior.

Assente nestes dados está a fase de manuseio da informação espacializada e da preparação dos ficheiros para utilizar como *inputs* no Marxan with Zones. A partir deste programa serão devolvidas as soluções desejadas que serão o suporte à discussão no capítulo seguinte.

### 4.1 Caracterização da área de estudo

Portugal está situado na Península Ibérica que detém um clima mediterrânico, caracterizado por temperaturas amenas na maior parte do ano e baixos valores de precipitação. Encontra-se um valor médio de precipitação anual a variar dos 400mm na zona de Lisboa e a sul de Leiria, podendo alcançar os 800mm em Coimbra e Aveiro e os 1200mm na zona do Porto (Ferreira, 2000; <https://sniamb.apambiente.pt/> acedido a 14 de setembro de 2018, SNIAmb). Em termos de temperatura a maioria dos municípios abrangidos tem um valor médio anual entre 12,5 e os 15°C, exceção à zona de Peniche e Cascais que pode chegar aos 16°C (Ferreira, 2000; <https://sniamb.apambiente.pt/> acedido a 14 de setembro de 2018, SNIAmb). A zona litoral portuguesa é maioritariamente plana pelo que os seus valores do relevo não chegam aos 100 metros de altitude, sendo que a maioria dos municípios abrangidos pela área de estudo se encontram abaixo dos 50 metros (Ferreira, 2000; <https://sniamb.apambiente.pt/> acedido a 14 de setembro de 2018, SNIAmb).

Em termos litológicos destaque para toda a zona a Norte de Peniche ser caracterizada por formações sedimentares detríticas, e entre Peniche e Mafra ser constituída por rochas carbonatadas, na zona de Sintra e Cascais encontram-se rochas eruptivas plutónicas além de formações sedimentares detríticas. Estas especificações influenciam as mineralizações dos solos destes locais, sendo dominados pelos solos ácidos em toda a faixa de estudo, exceção feita na zona da Figueira da Foz, Sintra e Cascais que se encontram solos predominantemente alcalinos

(Ferreira, 2000; <https://sniamb.apambiente.pt/> acedido a 14 de setembro de 2018, SNIAmb). Pode-se enquadrar a maior parte dos municípios numa tipologia de solos sedimentares, acrescentando às exceções apontadas a zona próxima à Foz do Douro (limite superior da área de estudo) em que se encontram rochas eruptivas plutónicas e formações sedimentares e metamórficas (<https://sniamb.apambiente.pt/> acedido a 14 de setembro de 2018, SNIAmb).

Em termos hidrográficos destaque para a área de estudo que alberga a ria de Aveiro, a foz do Vouga, Mondego e do Lis. A área de estudo abrange dois tipos de fundos marinhos, o da plataforma Norte e o esporão da Estremadura. A plataforma Norte situada entre a fronteira Norte de Portugal e o canhão submarino da Nazaré, inclui uma cobertura sedimentar em 80% da área entre a linha de costa e até 100 metros de profundidade. A zona a Norte do canhão da Nazaré albergada na plataforma continental geológica com uma grande superfície plana e suave entre a costa e os 160 metros de profundidade. O esporão da Estremadura, localizado a sul do canhão submarino da Nazaré e a norte da foz do Tejo, é constituído por uma cobertura sedimentar em 50% da sua área. A destacar na área de estudo é o canhão submarino da Nazaré, próximo da ZPE das Berlengas. O canhão tem 227 quilómetros de extensão com uma direção NE-SW neste local, criando declives abruptos afetando as profundidades oceânicas que caracterizam aquela área, iniciando-se a profundidades de 15 metros junto à costa e chegando aos 5000 metros (MAMAOT, 2012).

Em termos do uso dos solos, as condições existentes na costa portuguesa permitem coexistir uma variedade de usos. Podemos encontrar nesta faixa zonas destinadas à agricultura (culturas de sequeiro, vinhas, olivais), espaços com vegetação dispersa, florestas (carvalhos, eucaliptos, castanheiros), matos, territórios artificializados de acordo com os usos do Homem (tecido urbano, indústria, comércio, redes viárias e ferroviárias, aeroportos, áreas de extração de inertes, espaços verdes ou instalações desportivas e de lazer), além das zonas húmidas e outros corpos de águas (rios, lagoas, desembocaduras fluviais) (Gonçalves, 2011; <http://geoportal.snimar.pt/#> acedido 13 de setembro de 2018, INSPIRE-geoportal).

A localização geográfica de Portugal e do seu espaço marítimo ocupa uma posição única a nível estratégico dentro do oceano Atlântico com um vasto potencial em recursos e herança natural. Estas potencialidades marítimas têm sido aproveitadas pelos diversos governos com a aplicação da legislação europeia ligada ao mar, refletindo-se no desenvolvimento do planeamento espacial marítimo e na gestão integrada das zonas costeiras. Esta estratégia assenta no uso eficiente do espaço marítimo e na exploração sustentável dos recursos costeiros e marinhos para

as diversas atividades económicas, atuais e potenciais, reforçando também a promoção da preservação e regeneração dos mesmos (Calado et al., 2010).

Portugal tem uma área marinha sob sua jurisdição de 1 720 560 km<sup>2</sup>, incluindo o espaço marítimo do continente e das ilhas, estando este dividido nas águas costeiras e de transição, no mar territorial, na zona contígua e na zona económica exclusiva (ver subtópico 2.1.2) (DGRM, 2018a). Desta área total, o caso de estudo incidirá sobre a faixa costeira entre os limites do POOC e do mar territorial (Figura 2).

A costa continental de Portugal é predominantemente arenosa, propensa à erosão (Trindade et al., 2013), com algumas zonas rochosas que incluem zonas de precipício. O regime de ondas é altamente energético com direção entre Oeste e Noroeste, normalmente. A plataforma continental é bastante estreita, estendendo-se entre os 5km e os 80km, com relevo regular, incluindo desfiladeiros como da Nazaré, Cascais e Setúbal-Lisboa (Lastras et al., 2009).

Grande parte da população portuguesa reside no litoral, pelo que não é surpresa que a economia ligada ao oceano representou, em 2010, cerca de 2,3% dos empregos nacionais, com mais de 75 000 postos de trabalho diretos (Governo de Portugal, 2014). Algumas das maiores cidades do país estão localizadas próximo às fozes de grandes rios que incluem importantes portos conectados ao Atlântico, promovendo a ligação via marítima ao restante continente europeu (MAMAOT, 2012).

As atividades mais relevantes que suportam a economia baseada no oceano são o turismo, a construção naval, a pesca e indústria relacionada, as infraestruturas marinhas e transportes. Espera-se de futuro uma aposta cada vez maior no desenvolvimento de outras atividades ligadas à extração de recursos vivos e não-vivos, além das atividades atualmente exploradas, bem como aposta em energias renováveis *offshore* (MAMAOT, 2012).

Portugal é um dos países com maior área marinha do mundo pelo que lhe é acrescida a responsabilidade da resolução de problemas ambientais em articulação e cooperação internacional. A exploração económica e a preservação ambiental do espaço marítimo são parte das ações estratégicas do país promovendo o desenvolvimento sustentável através da valorização socioeconómica dos seus recursos naturais (Governo de Portugal, 2013).

Na sequência de toda a atividade económica desenvolvida sobre a costa portuguesa e da pressão demográfica existente, começam a ser quantificados os impactes ambientais por estas causas provocados. As áreas com altos impactes cumulativos localizam-se na zona costeira na interface do mar com cidades com elevada densidade populacional. Os ecossistemas localizados

dentro da área costeira estão expostos a um elevado número de atividades e usos (infraestruturas costeiras, transporte marítimo, pesca, turismo ou descarga de poluentes) que prejudicam o seu estado ambiental. As atividades que afetam maior espaço e que produzem mais impactes são as pescas e a descarga de poluentes, provenientes de atividades antropogénicas costeiras (Fernandes et al., 2017).

A somar aos impactes cumulativos das atividades económicas sobre a linha costeira, temos outro agente que cada vez mais se faz sentir no litoral português, as alterações climáticas. A regularidade de eventos que fustigam a zona costeira portuguesa é cada vez maior. Destacam-se as tempestades tropicais, a subida do nível médio global do mar, as alterações registadas na temperatura média, o aumento da acidez do oceano, as alterações na frequência e intensidade dos temporais derivados das alterações no regime de agitação marítima. Estas causas provocam uma maior erosão costeira favorecendo o rebentamento das ondas, cada vez mais próximo da costa, com os problemas associados da energia que estas transportam e nos estragos potenciais nas infraestruturas existentes devido aos galgamentos costeiros e às inundações (Santos et al., 2017).

O desenho da linha de costa portuguesa depende de um conjunto de fatores interativos e retroativos como a exposição a agentes oceanográficos (ondas, marés ou o nível médio do mar), aos sedimentos (natureza, dimensão e sua disponibilidade), ao contexto geomorfológico (praias, arribas ou estuários) e à ação antropogénica. A erosão costeira afeta 20% da linha de costa levando à perda de territórios e à destruição de ecossistemas costeiros. Esta perda deriva das alterações ao regime de fornecimento e distribuição sedimentar natural devido à retenção existente em albufeiras e à intervenção direta do Homem com as dragagens, extrações de areia e obras perpendiculares à linha de costa (APA, 2017).

#### 4.2 Descrição dos recursos biológicos e socioeconómicos da área de estudo

Na sequência do enquadramento anterior, seguimos para explanação da recolha de dados socioeconómicos e biológicos. Nesta fase estão enumerados o tipo de dados recolhidos, sejam eles ligados às reservas da biodiversidade existentes, às infraestruturas, aos habitats, às espécies com valor comercial ou ameaçadas. Inclui-se nesta fase informação de suporte como a definição de limites políticos e de usos variados relacionados com as atividades económicas existentes ou potenciais.

Diferentes tipos de dados são necessários para planear a conservação da biodiversidade sejam eles relativos às atividades humanas, aos seres vivos e sua distribuição, ao estado



ambiental das espécies e ecossistemas, às tendências que apresentam e respetivas relações ecológicas. Atualmente, os avanços na gestão de dados e a utilização de ferramentas como os sistemas de informação geográfica (SIG) facilitam o acesso e edição deste tipo de informações. A visualização espacial destes dados permite apoiar os múltiplos intervenientes ligados à conservação na conceção de áreas protegidas. (McNeely et al., 1990; Stelzenmüller et al., 2013).

As atividades existentes no mar português e enumeradas no Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo (PSOEM) serão tidas em conta no levantamento das atividades socioeconómicas contribuindo para uma melhor representação da área de estudo sobre a qual este trabalho se debruça. Estas informações serão trabalhadas com recurso a dados espacializados que serão editados com recursos a *softwares* de apoio, como o ArcGIS e o QGIS.

Por consulta das informações disponibilizadas pelo PSOEM (<http://www.psoem.pt/geoportal-2/> acedido a 17 de outubro de 2018, PSOEM) conhecem-se os usos e atividades existentes no mar português com o espaço marítimo destinado a:

- ✓ canais de navegação e esquemas de separação de tráfego;
- ✓ áreas de pilotagem obrigatória;
- ✓ zonas de manobras de dragas;
- ✓ bóias e sistema de assinalamento marítimo;
- ✓ baixios a descoberto;
- ✓ ilhas artificiais, instalações e estruturas e as respetivas zonas de segurança;
- ✓ recifes artificiais;
- ✓ construção, manutenção e reparação naval;
- ✓ infraestruturas, obras e equipamentos marítimos;
- ✓ ancoradouros e fundeadouros;
- ✓ portos, marinas, recreio, desporto e turismo;
- ✓ pesca, aquicultura, transformação e comercialização dos seus produtos;
- ✓ obras de defesa costeira;
- ✓ zonas de depósito de dragados;
- ✓ cabos e ductos submarinos;

- ✓ zonas de deposição de munições e de matérias perigosas;
- ✓ localização de naufrágios e de afundamentos (DGRM, 2018b; MAMAOT, 2012).
- ✓ áreas de valor biológico e ecológico – reservas de biodiversidade;
- ✓ áreas de segurança nacional – área de defesa militar;
- ✓ áreas ecológicas sob acordos internacionais – Rede Natura 2000;
- ✓ rotas marítimas e rotas de separação de tráfego;
- ✓ energia *offshore* – vento, marés e ondas;
- ✓ zonas de interesse cultural e social (Ansong et al., 2017)

Através da plataforma do EMODNET (<http://www.emodnet.eu/>, acedido a 21 de maio de 2018, EMODNET) recolheu-se os valores movimentados pelos portos localizados na área de estudo (Tabela 6), destacando-se o porto de Peniche e Matosinhos com faturações próximas dos 30 milhões de euros no ano de 2016. Os valores da tabela correspondem ao valor de pescado comercial transacionado, do qual se destacam pequenos pelágicos, peixes de água doce, bivalves, cefalópodes, crustáceos, atum e outros pescados.

*Tabela 6 - Faturação por venda de pescado nos portos da área de estudo*

Ganho por porto (em milhões de euros)					
Porto	2013	2014	2015	2016	média
Aveiro	13,18	12,44	15,55	15,46	14,16
Cascais	1,36	0,92	0,81	1,19	1,07
Figueira da Foz	8,93	8,98	10,73	8,34	9,25
Nazaré	6,75	7,16	8,21	8,57	7,67
Peniche	26,16	24,80	27,44	28,48	26,72
Matosinhos	24,45	18,61	20,54	28,48	23,02

\*Fonte: <http://www.emodnet.eu/> acedido a 21 de maio de 2018, EMODNET

Após conhecer a faturação anual dos portos da área de estudo, pode-se destacar os pescados principais em cada porto (Figura 9). Algumas espécies são comuns a vários portos como a cavala, a sardinha, o carapau ou o polvo. Outro dado interessante para análise e que permitirá através de um simples cálculo conhecer o peso económico destas espécies é a informação contida na tabela no Anexo II. Destaca-se o preço médio do carapau de 0,85 €/kg, de 1,64 €/kg da

sardinha ou dos 6,52€/kg do polvo, nomeando algumas das principais espécies descarregadas nestes portos e consumidas em Portugal.

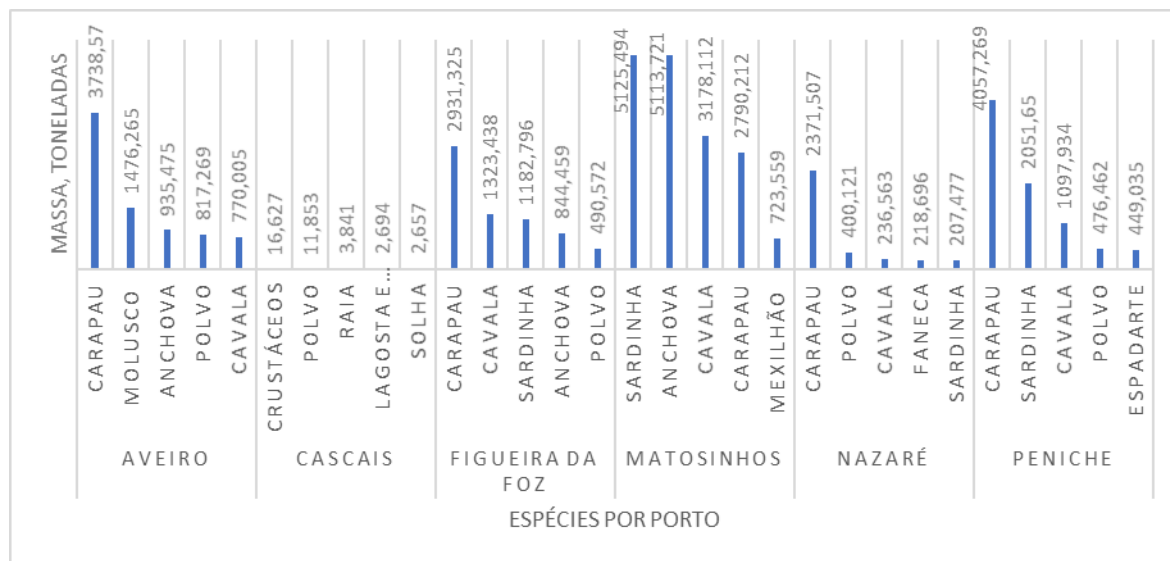


Figura 9 - Principais espécies descarregadas por porto, toneladas. (<http://www.emodnet.eu/> acedido a 20 de agosto de 2018, EMODNET)

Devido ao enquadramento geográfico e sua história, Portugal continua a ser um país com uma forte dependência do setor pesqueiro, além das pessoas que emprega diretamente ou indiretamente, através das indústrias de processamento e de construção naval. Toda a costa de Portugal é banhada pelo oceano, pelo que influencia a dieta portuguesa, sendo o povo português um dos maiores consumidores de peixe a nível europeu (EUMOFA, 2017).

A pesca desenvolvida em águas de transição e costeiras, incluídas na nossa área de estudo, é composta por vários tipos de pesca: a pesca polivalente local, em que as embarcações operam próximas da costa; a pesca de cerco, distribuída ao longo de toda a costa até profundidades de 100 metros; a pesca polivalente costeira, praticada ao longo de toda a costa principalmente entre 1 milha e as 30 milhas a partir da linha de costa e a pesca de arrasto, exercida em toda a costa continental a partir das 6 milhas de distância da costa (ARH Centro, 2012).

Atestando a importância da pesca para o país, podemos confirmar o seu peso em termos de população empregue neste setor. Segundo informações do INE (INE, 2017) entre a região Norte, Centro e na Área Metropolitana de Lisboa estão dependentes deste setor 8322 pessoas. Estes pescadores encontram-se matriculados em vários segmentos de pesca sobre águas interiores não marítimas, arrasto costeiro, arrasto largo, cerco local, cerco costeiro, polivalente local, polivalente costeiro e polivalente largo.

Encontram-se emitidas entre as 3 regiões um total de 12373 licenças de pesca para embarcações de tamanho inferior a 10 metros até embarcações de tamanho superior a 40 metros que operam com recurso a anzol, armadilhas, arrasto, redes ou cerco, entre outras artes de pesca (INE, 2017).

A aquicultura é outra das atividades socioeconómicas desenvolvidas na nossa área de estudo, sendo que Figueira da Foz, Mira, Vagos, Ílhavo e Murtosa são os municípios em que existe a maior proporção de empresas destinadas a este tipo de negócio (ARH Centro, 2012).

Em números gerais a produção de aquicultura no Norte gera 716 toneladas, no Centro 3255 toneladas e na Área Metropolitana de Lisboa 766 toneladas. A produção em aquicultura em Portugal divide-se em vários regimes de funcionamento dentro das águas doces ou das águas doces e marinhas. Na área de estudo destacam-se em termos de produção o regime intensivo em águas doces, e os vários regimes em águas salobras e marinhas – extensivo, intensivo e semi-intensivo (INE, 2017).

A indústria em águas marinhas e salobras é a fração afeta a este trabalho, já que foram incorporados dados relativos aos locais onde esta indústria opera. As principais espécies produzidas em termos mássicos neste tipo de ambiente são (valores em toneladas):

- ✓ Amêijoia - 3 716,3;
- ✓ Dourada – 1 195,8;
- ✓ Mexilhão – 1474,3;
- ✓ Ostra japonesa – 241,2;
- ✓ Pregado – 2388,5;
- ✓ Robalo – 427,1 (DGRM, 2018c).

Além das pescas e da indústria de aquicultura, existem outras atividades ligadas à produção de sal (a destacar Aveiro e Figueira da Foz que combinadas perfizeram uma produção superior a 3 mil toneladas de sal em 2017) ou de indústrias transformadoras que atuam no seguimento das duas primeiras. A destacar a indústria dos produtos congelados – invertebrados aquáticos, pescada, sardinha e o bacalhau; dos produtos secos e salgados – bacalhau salgado seco e as preparações e das conservas – sardinha em azeite, tomate e em outros óleos, do atuam em azeite e outros óleos, entre outros. Em 2016 produziram-se perto de 120 mil toneladas de produtos congelados, 60 mil toneladas de produtos secos e salgados e mais de 50 mil toneladas de conservas (INE, 2017).

Os números referidos da pesca, aquicultura e da indústria transformadora associada reforçam a importância destas áreas ligadas à economia do mar para suprir as necessidades de consumo doméstico e para exportação, contribuindo para o PIB nacional.

Na Região Hidrográfica 4, que alberga a maior parte de área de estudo, foi feito um levantamento das descargas provenientes de vários setores (urbano, industrial, pecuária, agricultura e golfe) que contribuem para a degradação dos recursos hídricos. Isto acontece devido às descargas nos cursos de água, onde são libertados até alcançarem o oceano. É apontado um valor superior a 6 mil toneladas por ano de composto azotados e perto de 5 mil toneladas de matéria orgânica, para os quais muito contribui o setor agrícola que utiliza 60% da área disponível desta região hidrográfica (ARH Centro, 2012). Estes agentes sobrecarregam os sistemas aquáticos, poluindo-os, e afetando a jusante da descarga os ecossistemas bem como as atividades que recorrem aos cursos de água, como a agricultura (APA, 2016).

O turismo em Portugal encontra-se em continuo crescimento, boa parte devido ao turismo balnear suportado pelas boas condições meteorológicas e belas praias, captando atenção dos residentes e absorvendo 90% dos turistas estrangeiros (MAMAOT, 2012). As dormidas ultrapassaram a barreira dos 59 milhões e os hóspedes os 21 milhões no ano de 2016. Só este setor abrange em termos de alojamento e restauração perto de 6% dos empregos totais da nossa economia. Neste mesmo ano, as receitas provenientes dos turistas internacionais ascenderam a um valor próximo dos 13 mil milhões de euros resultando num impacto no PIB nacional com um peso de 6,9% (muito superior aos 4,2% de 2010), reforçando o papel do turismo como a principal atividade exportadora do país (Turismo de Portugal, 2016).

O turismo ambiental e de natureza também acompanha o crescimento do turismo em geral, tendo no ano de 2016 um total de 690 empresas ligadas à animação turística na área do turismo de Natureza. O número de praias, portos e marinas com bandeira azul, em 2016, foi de 314. Ambos os dados refletem um crescimento em relação ao ano anterior (Turismo de Portugal, 2016).

Podemos incluir neste setor um conjunto de atividades, associadas ao turismo costeiro, à utilização balnear, à náutica e aos cruzeiros, como por exemplo:

- ✓ Alojamento;
- ✓ Restauração;
- ✓ Agências de viagem, operadores turísticos e outros serviços;

- ✓ Atividades de diversão e recreativas;
- ✓ Atividades desportivas;
- ✓ Comércio a retalho de artigos de desporto, campismo e lazer;
- ✓ Atividades educativas associadas aos desportos náuticos;
- ✓ Transporte marítimo de passageiros.

Todas estas atividades contribuem para o peso do turismo na economia social, sendo o reflexo da multiplicidade da oferta existente neste campo e que pressiona os recursos costeiros, em termos ambientais (MAMAOT, 2012).

Uma fase importante para a definição das AMP é o levantamento das espécies e habitats existentes na área de estudo e o conhecimento do seu estado de conservação. Documentos e plataformas como a DQEM, a IUCN e o ICNF (através do Plano de Setorial da Rede Natura 2000) foram cruciais para conhecer o grau de conservação das espécies e habitats, das quais existem dados espacializados e sobre o estado ecológico dos ecossistemas.

Cada uma das plataformas tem o seu método de avaliação ao estado de conservação, pelo que só podemos comparar as classificações atribuídas de maneira relativa. A IUCN criou a Lista Vermelha, ou *Red List*, um relatório onde se encontram avaliados o estado de conservação das espécies e habitats, com base num procedimento sistemático fundamentado nas informações e dados disponíveis para o efeito (Gubbay et al., 2016). Este relatório tem uma escala que é utilizada para classificar o grau de ameaça a que um determinado recurso biológico está sujeito, conforme é possível verificar na Figura 10.

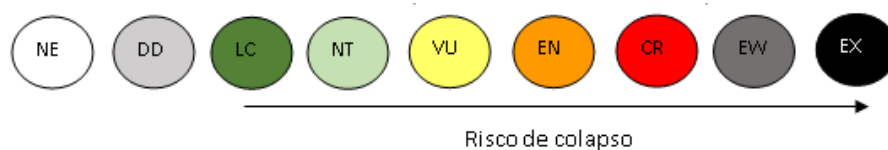


Figura 10 - Escala dos estados de conservação (<http://www.iucnredlist.org> acedido a 15 de agosto de 2018, IUCN)

NE – não avaliado (*not evaluated*)  
DD – dados insuficientes (*data deficient*)  
LC – pouco preocupante (*least concern*)  
NT – quase ameaçado (*near threatened*)  
VU – vulnerável (*vulnerable*)  
EN – em perigo (*endangered*)  
CR – criticamente em perigo (*critically endangered*)  
EW - extinto em meio selvagem (*extinct in the wild*)  
EX – extinto (*extinct*)

No caso da DQEM foi seguida uma avaliação para o espaço marítimo português com base em 11 descritores ambientais, pelo que a classificação final – espécies, habitats, ecossistemas - se resume ao cumprimento de determinados critérios para atribuição do bom estado ambiental. Para este trabalho os descritores alvo de maior atenção foram três, nomeadamente:

- “1. A biodiversidade é mantida”, parâmetro avaliado dentro dos ecossistemas, habitats e espécies. Destaca-se a *Sardina pilchardus* (sardinha) por não cumprir o bom estado ambiental (MAMAOT, 2012b);
- “3. População de peixes e moluscos explorados comercialmente”, parâmetro que se baseia em critérios como o nível de pressão da pesca, a capacidade reprodutora do *stock* e a estrutura das populações. No descritor 3 as espécies *Sardina pilchardus* (sardinha), *Merluccius merluccius* (pescada), *Lophius piscatorius* (tamboril branco), *Lepidorhombus boscii* (areeiro-de-quatro-manchas) e *Isurus oxyrinchus* (tubarão-anequim) não atingiram o bom estado ambiental em pelo menos um dos critérios (DGRM, 2018d; MAMAOT, 2012b);
- “6. Integridade dos fundos marinhos”, parâmetro baseado nos danos físicos causados ao substrato e à condição da comunidade bentónica. Destaca-se que todas as áreas avaliadas segundo este descritor atingiram o bom estado ambiental (MAMAOT, 2012).

Além da DQEM e da IUCN, fontes das quais se retiraram classificações relativas ao grau de conservação da maioria das espécies utilizadas, também foram consultadas a plataforma do Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) e o Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas (PGBH) (ARH Centro, 2012). Após consulta do ICNF e do PGBH para a região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis, na qual está inserido a nossa área de estudo, retirou-se as restantes classificações para os habitats e espécies.

#### 4.3 Informação espacial sobre os recursos biológicos e socioeconómicos

O *software* de apoio à análise e edição dos dados recolhidos foi o ArcGIS (ESRI, ArcGIS 10.4.1 Desktop), utilizando como referência espacial o *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS89) associado à projeção transversal de Mercator (PT-TM06) (ESRI, 2018).

Os dados recolhidos para caracterização da área de estudo (Figura 2), foram de cariz múltiplo como já referido nos subtópicos anteriores. Após a recolha dos dados espacializados existiu uma seleção dos dados a trabalhar em SIG. Assim, foram recolhidos dados ligados às

atividades, usos e estruturas existentes, reservas da biodiversidade já estabelecidas (Tabela 7) e de alguns habitats (Tabela 8) e espécies (Tabela 9) que ocorrem na área de estudo.

*Tabela 7 - Dados de suporte sobre a área de estudo*

Tipo de dados	Exemplo	Fonte SIG*	Tipo de dados
Reservas	RAMSAR	ICNF	Polígono
	SIC	ICNF	Polígono
	AP	ICNF	Polígono
	ZPE	ICNF	Polígono
	WDPA	WDPA – Protected Planet	Polígono
	Rede Natura 2000	Emodnet	Polígono
Geomorfológico	Linhas Isobatemétricas	Instituto Hidrográfico	Linha
	Áreas com risco de erosão	Agência Europeia Ambiente	Linha
Usos/atividades	Intensidade de pesca	OSPAR	Polígono
	Uso do solo	Inspire - Geoportal	Polígono
	Parques eólicos	Emodnet	Ponto
	Aquicultura	Emodnet	Ponto
	Locais de teste da energia das ondas	Emodnet	Polígono
	Descarga de dragados	Emodnet	Ponto
	Licenças ativas para prospeção de combustíveis fósseis	Emodnet	Polígono
	Águas balneares	Emodnet	Ponto
Estruturas	Portos	Emodnet	Ponto
	Faróis	Emodnet	Ponto
	Cabos marítimos	Emodnet	Linha
	Obras de defesa da costa	Emodnet	Pontos
Outros Limites	Rios	SNIAMB	Linha
	Convenção OSPAR – divisões	Emodnet	Polígono
	Limites marítimos	Emodnet	Linha



	Regiões hidrográficas	SNIG	Polígono
	Distritos	SNIG	Polígono
	Municípios	CAOP	Polígono

\*Fonte: <http://www2.icnf.pt/portal/ap> acedido a 8 de abril de 2018, INCF; <https://www.protectedplanet.net/marine> acedido a 21 de agosto de 2018, WDPA; <http://www.emodnet.eu/>, acedido a 21 de maio de 2018, EMODNET; <http://www.hidrografico.pt/> acedido a 5 de junho de 2018, Instituto Hidrográfico; <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/> acedido a 29 de maio de 2018, Agência Europeia do Ambiente; [https://odims.ospar.org/odims\\_data\\_files/](https://odims.ospar.org/odims_data_files/) acedido a 3 de setembro de 2018, OSPAR; <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/> acedido a 17 de setembro de 2018, INSPIRE; <https://sniamb.apambiente.pt/> acedido a 14 de setembro de 2018, SNIAmb; <http://snig.dgterritorio.pt/portal/> acedido a 10 de setembro de 2018, SNIG; <http://www.dgterritorio.pt/> acedido a 11 de setembro de 2018, DGT

Após recolher os dados das plataformas enumeradas nas tabelas, entre outras que foram excluídas, procedeu-se à sua edição com o auxílio do Excel ou diretamente no ArcGIS, de maneira a visualizar apenas os dados necessários e coincidentes com a área de estudo – dentro do espaço do mar territorial e do POOC. Algumas dificuldades foram encontradas nos passos anteriores, decorrente do formato original dos dados, da conversão do sistema de coordenadas ou até na interpretação da informação fornecida. Outra barreira prendeu-se com o sistema de classificação relativo ao grau de conservação dos habitats e espécies (Tabela 8 e Tabela 9), pois dependia dos documentos ou plataforma em que se encontravam as informações. Foi dada preferência às classificações atribuídas por entidades e documentos nacionais (ICNF ou DQEM) e na sua ausência utilizou-se a classificação atribuída pela IUCN. Esta classificação foi importante para a definição de prioridades de conservação.

*Tabela 8 - Habitats dentro da área de estudo*

Habitats (RN2000)	Nome do Habitats	Fonte SIG	Estado conservação	Fonte de classificação
1110	Bancos de areia permanentemente cobertos por água do mar pouco profunda	SNIMAR	Sofrível	PSRN2000
1130	Estuários	SNIMAR	Medíocre	PSRN2000
1140	Lodaçais e areais a descoberto na maré baixa	SNIMAR	Mau	PSRN2000
1150*	Lagunas costeiras	SNIMAR	Muito mau	PSRN2000
1170	Recifes	SNIMAR	Sofrível a mau	PSRN2000
1210	Vegetação anual das zonas de acumulação de detritos pela maré	SNIMAR	Moderado a bom	PSRN2000

1230	Falésias com vegetação das costas atlânticas e bálticas	SNIMAR	Variável	PSRN2000
1240	Falésias com vegetação das costas mediterrânicas com <i>Limonium spp.</i> endémicas	SNIMAR	Bom	PSRN2000
1310	Vegetação pioneira de <i>Salicornia</i> e outras espécies anuais de zonas lodosas e arenosas	SNIMAR	Bom	PSRN2000
1320	Prados de <i>Spartina</i> ( <i>Spartinion maritimae</i> )	SNIMAR	Sofrível	PSRN2000
1330	Prados salgados atlânticos ( <i>Galuco-Puccinellietalia maritimae</i> )	SNIMAR	Variável	PSRN2000
1410	Prados salgados mediterrânicos ( <i>Juncetalia maritimi</i> )	SNIMAR	Muito bom	PSRN2000
1420	Matos halófilos mediterrânicos e termoatlânticos ( <i>Sarcocornetea fruticosi</i> )	SNIMAR	Medíocre	PSRN2000
1430	Matos halonitrófilos ( <i>Pegano-Salsolietea</i> )	SNIMAR	Bom	PSRN2000
2110	Dunas móveis embrionárias	SNIMAR	Bom	PSRN2000
2120	Dunas móveis do cordão dunar com <i>Ammophila arenaria</i> (“dunas brancas”)	SNIMAR	Baixo a médio	PSRN2000
2130*	Dunas fixas com vegetação herbácea (“dunas cinzentas”)	SNIMAR	Baixo a médio	PSRN2000
2150*	Dunas fixas descalcificadas atlânticas ( <i>Calluno-Ulicetia</i> )	SNIMAR	Médio a bom	PSRN2000
2170	Dunas com <i>Salix repens ssp. argentea</i> ( <i>Salicion arenariae</i> )	SNIMAR	N. D. <sup>1</sup>	PSRN2000
2190	Depressões húmidas intradunares	SNIMAR	Muito baixo	PSRN2000
2230	Dunas com prados da <i>Malcolmietalia</i>	SNIMAR	Médio a muito fraco	PSRN2000
2250*	Dunas litorais com <i>Juniperus spp</i>	SNIMAR	Bom	PSRN2000
2260	Dunas com vegetação esclerofila da <i>Cisto-Lavenduletalia</i>	SNIMAR	Variável	PSRN2000
2270	Dunas com florestas de <i>Pinus pinea</i> ou <i>Pinus pisaster</i> spp. Atlântica	SNIMAR	N.D. <sup>1</sup>	PSRN2000
8330	Grutas marinhas submersas ou semissubmersas	SNIMAR	Desconhecido	PSRN2000

<sup>1</sup>N. D. – sem dados claros acerca do grau de conservação

\*Habitats prioritários a conservar pela Diretiva 92/43/CEE – Anexo I

Nota: todas as *shapefiles* utilizadas de habitats correspondem a polígonos.

Fonte: <http://geoportal.snimar.pt/#> acedido 13 de setembro de 2018, SNIMAR

Alguns habitats e espécies, além da classificação que lhes foi atribuída, e que a ser abaixo de medíocre vão ser alvo de atenção na definição dos recursos a proteger, têm na Diretiva 92/43/CEE uma imposição legal que obriga a uma priorização da sua conservação. Outro documento que apoiará a priorização da conservação será a presença na lista da CITES.

Do inventário de espécies que se encontra na Tabela 9, algumas delas estão incluídas na lista da CITES. Esta lista foi criada na sequência da convenção em Washington (ver subtópico 2.1.1) onde ficou definida um conjunto de espécies-alvo de proteção contra a sua exploração e comércio. Cruzando informações das espécies com dados espaciais disponíveis e recolhidos, estão incluídas na CITES, as seguintes:

- ✓ *Balaenoptera acutorostrata*;
- ✓ *Caretta caretta*;
- ✓ *Delphinus delphis*;
- ✓ *Globicephala melaena*;
- ✓ *Phocoena phocoena*;
- ✓ *Physeter macrocephalus*;
- ✓ *Stenella coeruleoalba*;
- ✓ *Tursiops truncatus*.

Tabela 9 - Dados sobre espécies na área de estudo

Espécie latim	Nomes comum	Fonte SIG	Tipo de info	Estado de conservação	Fonte da classificação	Observação
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Mexilhão	Emodnet	pt <sup>1</sup>	-		Espécie com valor comercial
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Robalo	Emodnet	pt	Pouco preocupante	IUCN	Espécie com valor comercial
<i>Necora puber</i>	Navalheira	Emodnet	pt	-		Espécie com valor comercial
<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo	Emodnet	pt	Pouco preocupante	IUCN	Espécie com valor comercial
<i>Octopus vulgaris</i>	Polvo	Emodnet	pt	-		Espécie com valor comercial
<i>Scomber scombrus</i>	Cavala	Emodnet	pt	Pouco preocupante	IUCN	Espécie com valor comercial
<i>Trachurus trachurus</i>	Carapau	Emodnet	pt	Vulnerável	IUCN	Espécie com valor comercial
<i>Merluccius merluccius</i>	Pescada	Emodnet	pt	Mau estado ambiental / Pouco preocupante	DQEM / IUCN	Espécie com valor comercial
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Emodnet	pt	Vulnerável	DQEM (IUCN)	Fora de perigo
<i>Larus fuscus</i>	Gaivota-de-asa-escura	SNIMAR	pg <sup>2</sup>	Vulnerável	DQEM (IUCN)	Fora de perigo
<i>Oceanodroma castro</i>	Roquinho	SNIMAR	pg	Vulnerável	DQEM (IUCN)	Fora de perigo
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Baleia-anã	SNIMAR	pg	Vulnerável	DQEM (IUCN)	Fora de perigo

<i>Globicephala melaena</i>	Baleia-piloto-de-aleta-longa	Emodnet	pg	Deficiência de dados	IUCN	Fora de perigo
<i>Delphinus delphis</i>	Golfinho-comum-de-bico-curto	Emodnet	pg	Pouco preocupante	DQEM (IUCN)	Fora de perigo
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Golfinho-riscado	Emodnet	pg	Pouco preocupante	DQEM (IUCN)	Fora de perigo
<i>Alosa alosa</i> *	Sável	SNIMAR	pg	Em perigo	PGBH-RH4	Em perigo
<i>Tursiops truncatus</i> *	Golfinho-roaz	Emodnet	pg	Pouco preocupante	DQEM (IUCN)	Em perigo
<i>Petromyzon marinus</i> *	Lampreia-marinha	SNIMAR	pg	Vulnerável	PGBH-RH4	Em perigo
<i>Phocoena phocoena</i> *	Bôto	Emodnet e OBIS	pg	Vulnerável	DQEM (IUCN)	Em perigo
<i>Caretta caretta</i> *	Tartaruga-comum	Emodnet	pt	Vulnerável	IUCN	Em perigo
<i>Sterna albifrons</i>	Andorinha-do-mar-anã	SNIMAR	pg	Vulnerável	DQEM (IUCN)	Em perigo
<i>Sterna hirundo</i>	Andorinha-do-mar-comum	SNIMAR	pg	Em perigo	DQEM (IUCN)	Em perigo
<i>Uria aalge</i>	Airo	SNIMAR	pg	Criticamente em perigo	DQEM (IUCN)	Em perigo
<i>Alosa fallax</i> *	Saboga	SNIMAR	pg	Vulnerável	PGBH-RH4	Em perigo

\*Espécies prioritárias a conservar pela Diretiva 92/43/CEE – Anexo II; <sup>1</sup> pt – ponto; <sup>2</sup> pg – polígono

Fonte: <http://www.emodnet.eu/>, acedido a 21 de maio de 2018, EMODNET; <http://geoportal.snimar.pt/#> acedido 13 de setembro de 2018, SNIMAR; <http://seamap.env.duke.edu/search> acedido a 13 de setembro de 2018, OBIS; <https://www.iucnredlist.org/search> acedido a 18 de outubro de 2018, IUCN

Apenas parte dos recursos biológicos enumerados na Tabela 8 e na Tabela 9 foram selecionados para utilização no Marxan e no Marxan with Zones. Dentro dos habitats (Tabela 8) a escolha recaiu sobre os que, ao abrigo da diretiva 92/43/CEE, são mais relevantes para o meio marinho, que se encontram com estado de conservação ameaçado ou degradado resultando na seleção dos habitats 1110,1140, 1150, 1170, 1230, 2130, 2150.

Ao nível de espécies a *Alosa alosa*, *Tursiops truncatus*, *Phocoena phocoena* e *Caretta caretta* foram incluídos por estarem ao abrigo da diretiva 92/43/CEE, *Larus fuscus* por ser uma espécie característica das Berlengas, *Balaenoptera acutorostrata*, por estar na lista da CITES e por fim, *Mytilus galloprovincialis* e *Trachurus trachurus* por serem espécies com valor comercial e muito importantes para a economia nacional.

As metas de conservação mais ambiciosas foram atribuídas aos recursos presentes na diretiva 92/43/CEE, seguida das espécies incluídas na CITES ou apenas presentes nas Berlengas. Os restantes recursos tiveram metas mais baixas, de maneira a proteger uma parte da sua distribuição, resguardando a sua importância nos ecossistemas e na economia nacional.

Além da recolha de dados espacializados, foram consultados documentos e plataformas online para recolher informações sobre as atividades económicas desenvolvidas na área de estudo, como foi exposto no subtópico 4.2. Este passo é importante para conhecer o peso que essas atividades têm na economia local, bem como de outras atividades que façam parte do roteiro cultural e recreativo. À *posteriori* estas informações poderão ser utilizadas para avaliar as potenciais perdas económica, dependendo do que poderá acontecer após a definição das AMP.

#### 4.4 Marxan with Zones

O planeamento sistemático para a conservação procura alcançar uma relação custo-benefício o mais eficiente possível na criação de áreas de proteção da biodiversidade. Conhecer esta abordagem facilita a compreensão pela forma que o Marxan with Zones opera. Ao incluir no seu algoritmo o zonamento, o programa permite que cada zona tenha as suas ações, objetivos e restrições, sendo estas flexíveis no contributo para as metas de conservação a atingir.

As capacidades do Marxan with Zones implicam uma maior complexidade no procedimento, implicando mais tempo dedicado às simulações para a mesma área de estudo que o Marxan. Podem correr ambos com os mesmos dados, mas ao atribuir mais níveis de zonas de proteção (o Marxan opera em condição binária) obriga a que o processo consuma mais tempo na obtenção de resultados (Watts et al., 2009).

Existem vários ficheiros de entrada principais e outros opcionais (Tabela 10) a utilizar no Marxan with Zones (M. E. Watts et al., 2008), nomeadamente:

- ficheiro das unidades de planeamento, *pu.dat*

Contém a lista de todas as unidades de planeamento na região de estudo e inclui o custo associado à atribuição de uma unidade de planeamento numa zona específica, além das metas de conservação alcançar para cada recurso, "*prop*";

- ficheiro dos recursos, *feat.dat*

Cada recurso é listado neste ficheiro em que lhe é atribuído um identificador único. Estes recursos podem ser de origem ecológica, económica ou social, e incluem uma penalidade (*spf* ou *FPF*) que reflete uma caução por não atingir as metas definidas (*prop*) proporcional à importância de cada recurso;

- ficheiro com as unidades de planeamento versus recursos, *puvfeat.dat*

Contém informação sobre a distribuição dos recursos sobre as unidades de planeamento;

- ficheiro das zonas, *zones.dat*

Contém a lista de nomes e dos identificadores numéricos de todas as zonas definidas;

- ficheiro dos custos, *cost.dat*

Este ficheiro atribui a cada nome dos custos no ficheiro das UP um identificador numérico exclusivo;

- ficheiro do custo por zona, *zonecost.dat*

Inclui um fator de ponderação para o custo em cada zona;

- ficheiro do comprimento de fronteira, *bound.dat*

Inclui informação sobre o custo da fronteira entre duas unidades de planeamento;

- ficheiro dos custos relativos às fronteiras das zonas, *zoneboundcost.dat*;

Inclui informação necessária para alocar diferentes custos entre as fronteiras das várias zonas existentes;

- ficheiro das unidades de planeamento por zona, *puzone.dat*

Este ficheiro permite restringir uma determinada UP a duas ou mais zonas;

- ficheiro das unidades de planeamento bloqueadas, *pulock.dat*

Este ficheiro é usado para restringir determinadas UP a uma zona em específico;

- ficheiro da zona alvo e zona alvo 2, *zonetarget2.dat*

Este ficheiro existe para que o utilizador defina uma meta para cada recurso em cada uma das zonas;

- ficheiro da contribuição de zona e contribuição de zona 2, *zonecontrib2.dat*

Este ficheiro não é obrigatório, mas deve ser usado se uma meta geral é específica para um recurso. Opera em conjunto com a meta geral definida no ficheiro do recurso para indicar o rácio de contribuição para essa meta;

- ficheiro dos parâmetros de entrada, *input.dat*

Este ficheiro é fundamental para correr o *software* já que contem todos os parâmetros principais que controlam o funcionamento do Marxan with Zones (parâmetros gerais, parâmetros de recozimento, limite de custos, indicação dos ficheiros de entradas, indicação do local de armazenamento dos resultados e os controlos do programa).

Tabela 10 - Ficheiros de entrada no Marxan with Zones (M. E. Watts et al., 2008)

Ficheiros de entrada obrigatórios	Ficheiros de entrada opcionais
<i>Planning Unit</i>	<i>Boundary Length</i>
<i>Feature</i>	<i>Zone Boundary Cost</i>
<i>Planning Unit Versus Feature</i>	<i>Planning Unit Zone</i>
<i>Zonas</i>	<i>Planning Unit Lock</i>
<i>Costs</i>	<i>Zone Target or Zone Target 2</i>
<i>Zone Cost</i>	<i>Zone Contribution or Zone Contribution 2</i>
<i>Input Parameter</i>	

A nível de ficheiros de saída, o *software* devolve soluções por cada “corrida” que o Marxan with Zones execute, a melhor solução de todas as corridas, os valores ausentes em cada corrida, a informação sumária de cada “corrida”, a solução somada com todas as corridas no cenário definido, as soluções em matriz, entre outro tipo de resultados que podem ser consultados no manual do *software* (M. E. Watts et al., 2008).

O *software* opera com base numa função que integra um determinado algoritmo (ver equação 1). A função define as restrições e os objetivos para uma determinada área. A função é composta por duas seções, a primeira relativa ao custo da configuração da zona e a segunda às penalidades atribuídas por quebrar determinados critérios:

$$\sum_{PUs} Cost + BLM * \sum_{PUs} Boundary + \sum_{ConValue} FPF * Penalty + CostThresholdPenalty(t) \quad (\text{equação 1})$$

- ✓ *Cost* – resulta da soma de cada medida de custo multiplicado pelo valor indicado no ficheiro *zonecost.dat* de cada UP dentro da área de estudo;



- ✓ *Boundary* – é o comprimento da fronteira em redor da zona de estudo. A constante “*BLM*” é um multiplicador que atribui a importância dada ao comprimento da fronteira relativamente ao custo da zona configurada;
- ✓ FPF ou spf – o fator de penalidade do recurso é um fator ponderado para cada um dos recursos que determina a sua importância relativa para alcançar determinada meta de conservação;
- ✓ *Penalty* – é uma penalidade associada a cada recurso representado por não atingir a sua meta. Relaciona-se com o custo da fronteira modificada adicional necessária para capturar o recurso que não está representado adequadamente na zona configurada. Pode ser interpretado como uma penalização para garantir uma maior grau de agregação entre as UP, o que facilitará na gestão das reservas e no seu sucesso para a conservação das espécies e habitats selecionados (Beyer et al., 2016);
- ✓ *Cost Threshold Penalty* – é uma penalidade aplicada à função caso o custo definido como meta seja excedido (opcional).

O algoritmo aplicado pelo *software* é conhecido como o recozimento simulado (*simulated annealing*), método de otimização baseado num melhoramento iterativo com aceitabilidade estocástica (M. E. Watts et al., 2008). São feitas um número definido de iterações (corridas), devolvendo um conjunto de potenciais áreas de conservação que são avaliadas na sequência das metas e custos definidos para alcançar estes objetivos o mais eficientemente possível (Ardrón et al., 2010).

Após o tratamento dos dados SIG no ArcGIS, estes foram carregados para o QGIS 2.18 Desktop, *software* gratuito e em *open source* para criar, editar, visualizar e analisar informação geográfica (QGIS, 2018). Através do QGIS e com recurso ao seu aplicativo do Marxan, o QMarxan, foram criados os vários ficheiros de entrada que serão a base das simulações, mantendo o sistema de coordenadas do ArcGIS - o *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS89).

Numa primeira fase foi criada a grelha que divide a área de estudo (Figura 2) em quadrículas de 1km de lado, perfazendo um total de 10622 UP, que serão a base em que assentará todo o trabalho desenvolvido com o *software*. De seguida foram carregados todos os recursos que serão alvo de conservação – habitats e espécies, consoante a sua tipologia de dados - pontos, linhas ou polígonos - aos quais estará sempre associado um identificador numérico, *id* (Tabela 11).

Depois de criados os ficheiros anteriores (*data preparation*), seguiu-se o procedimento da aplicação do Marxan para criar os restantes ficheiros necessários às simulações (*Export to Marxan*). Neste passo são criadas as pastas que albergam os ficheiros de entrada (*input folders*) necessários ao funcionamento do *software*, que incluem o *bound.dat*, *feat.dat* (ficheiro em que está contido os recursos a conservar - Tabela 11), *puvfeat.dat* e o *pu.dat*.

Os ficheiros nomeados anteriormente têm a mesma função que no Marxan with Zones, destacando-se o *pu.dat* que inclui informação sobre as UP, o estado (Tabela 12) e os custos que lhes são intrínsecos.

Tabela 11 - Identificação dos recursos e dos *targets* iniciais de conservação

id	Recurso	Target	Tipo de informação	Fonte
1	<i>Alosa alosa</i>	1,0	Mapa de distribuição	SNIMAR
2	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	0,7	Mapa de distribuição	SNIMAR
3	<i>Caretta caretta</i>	1,0	Locais de observação	EMODNET
4	Habitat 1110	0,5	Mapa de distribuição	SNIMAR
5	Habitat 1140	0,5	Mapa de distribuição	SNIMAR
6	Habitat 1150	1,0	Mapa de distribuição	SNIMAR
7	Habitat 1170	0,5	Mapa de distribuição	SNIMAR
8	Habitat 1230	0,5	Mapa de distribuição	SNIMAR
9	Habitat 2130	1,0	Mapa de distribuição	SNIMAR
10	Habitat 2150	1,0	Mapa de distribuição	SNIMAR
11	Habitat 2250	1,0	Mapa de distribuição	SNIMAR
12	<i>Larus fuscus</i>	0,7	Mapa de distribuição	SNIMAR
13	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,5	Locais de observação	EMODNET
14	<i>Phocoena phocoena</i>	1,0	Mapa de distribuição	EMODNET e OBIS
15	<i>Trachurus trachurus</i>	0,5	Locais de observação	EMODNET
16	<i>Tursiops truncatus</i>	1,0	Mapa de distribuição	EMODNET

\*Fonte: <http://www.emodnet.eu/>, acedido a 21 de maio de 2018, EMODNET; <http://geoportal.snimar.pt/#> acedido 13 de setembro de 2018, SNIMAR; <http://seamap.env.duke.edu/search> acedido a 13 de setembro de 2018, OBIS

As variáveis de estado descritas na Tabela 12 transmitem informação sobre as UP nomeadamente sobre algum condicionante que exista à sua inclusão, ou não, na solução final. A

maioria dos ensaios decorreu com as células livres (estado = 0), exceto quando se incluíram os cabos submarinos (estado = 3) ou se testou correr o *software* incluído as áreas protegidas já implementadas (estado = 2).

*Tabela 12 - Valores de estado a atribuir às UP (Game et al., 2008)*

Estado	Significado
0	A PU não está inicialmente no sistema de reservas, mas poderá ser selecionada de acordo com as metas a atingir, definidas nos ficheiros de entrada. As simulações iniciam-se sem áreas trancadas.
1	A UP está incluída no sistema de reservas inicial, mas pode não estar incluída na solução final.
2	A UP é trancada ( <i>locked in</i> ), estando incluída no sistema de reservas inicial sem possibilidade de ser removida nas soluções finais – áreas protegidas.
3	A UP é trancada ( <i>locked out</i> ), não está no sistema de reserva inicial e nem pode aparecer as soluções finais.

Um parâmetro fundamental a este trabalho foram os custos impostos às UP. Neste estudo utilizou-se uma metodologia adaptada de Gissi et al. (2018) para estimar os custos baseada no conflito de atividades num determinado espaço por forma a representar o valor socioeconómico (Figura 11). Esta variável será importante no decorrer das simulações porque corresponderá aos custos que terão de ser minimizados para alcançar as metas de conservação.

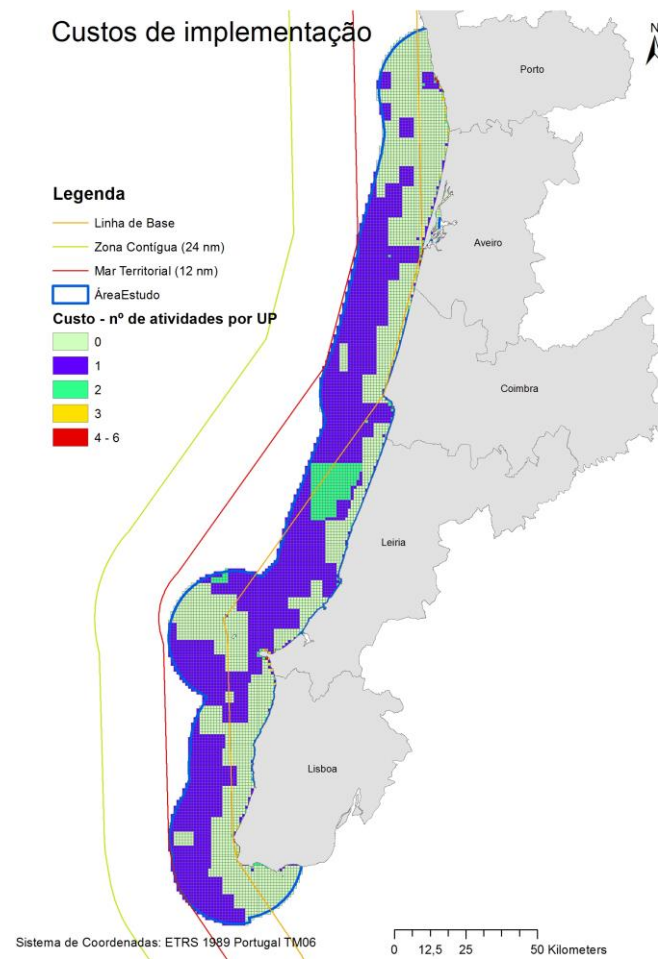
Na prática cada atividade e estrutura existente na área de estudo está alocada a um conjunto de UP. Mesmo que espacialmente só ocupe parcialmente a célula, esta é tida como completamente preenchida neste exercício. Todas as atividades têm o mesmo valor, ou seja, independentemente da atividade em questão presente na UP o seu valor é unitário.

Foram tidas em contas as seguintes atividades e estruturas:

- ✓ faróis – UP que incluem estas estruturas;
- ✓ portos – UP que incluem estas estruturas;
- ✓ estruturas de defesa da costa - UP que incluem estas estruturas;
- ✓ intensidade de pesca – indicador que transmite a área varrida correspondente à atividade, distribuído pelas UP da área de estudo;
- ✓ zonas de teste para energia das ondas - UP que incluem estes locais;
- ✓ zonas balneares - UP que incluem estes locais;

- ✓ licenças ativas para a prospeção de combustíveis fósseis – UP que incluem estas zonas;
- ✓ despejo de dragados - UP que incluem estas zonas;
- ✓ localizações de dragagens - UP que incluem estas zonas;
- ✓ mercados de venda de pesca e aquicultura – UP que incluem estes locais;
- ✓ uso do solo – UP que incluem usos de solo com manifesta atividade antropogénica.

Nas células em que coincidirem mais que uma destas atividades é atribuído o valor correspondente ao número de atividades coexistentes. Verificou-se neste caso de estudo que o valor dos custos variou entre 0 e um máximo de 6 unidades de custo (Figura 11).



*Figura 11 - Mapa com a distribuição dos custos na área de estudo*

Após a definição dos custos, outro parâmetro fundamental na definição das áreas de conservação são as metas que pretendemos atingir em termos quantitativos na proteção de

determinado recurso, seja ele um habitat, espécie ou outro fator biológico. Um dos problemas levantados no planeamento da conservação relaciona-se com a definição da quantidade suficiente do recurso que vai ser preservado. As metas Aichi apontam 10% das áreas costeiras e marinhas, especialmente áreas com importância para a biodiversidade e para os serviços dos ecossistemas.

Baseado na classificação da IUCN e no trabalho de Kark et al. (2009) e de Mazon et al. (2014) respeitando os mínimos de representatividade da CBD e da legislação vigente, simultaneamente, podia-se apontar para as seguintes metas de conservação:

- ✓ 10% - “pouco preocupante” e outros sem classificação/avaliação IUCN ou com grande distribuição na área de estudo;
- ✓ 15% - espécies “vulneráveis”;
- ✓ 20% a 30% - espécies “em perigo”;
- ✓ 50% - espécies “em perigo” ou distribuídas em menos de 1% da área de estudo;
- ✓ 80 a 100% espécies “criticamente em perigo”, presentes na lista da CITES ou na Diretiva 92/43/CEE.

No seguimento da informação anterior, as primeiras simulações foram executadas com metas de conservação ambiciosas (Tabela 13).

Na prática veio-se a confirmar que apesar de teoricamente estes valores serem uma garantia de sucesso na conservação dos recursos, outras variáveis como os custos associados e a aplicabilidade no terreno de medidas necessárias à conservação impedem que se chegue a alcançar com sucesso tais valores. Foi o que se sucedeu nas várias simulações obrigando a optar por valores mais baixos e plausíveis para obtenção de resultados coerentes.

Os ensaios no Marxan decorreram sempre para 100 corridas e com o *status* (Tabela 12) a variar consoante a inclusão, ou não, das áreas protegidas (*status* = 2) e dos cabos submarinos (*status* = 3). Nestas primeiras corridas utilizaram-se todos os recursos nomeados na Tabela 11, testando a sensibilidade dos resultados às variações do “*BLM*”, “*spf*” e “*prop*” – proporção de recurso a conservar (Tabela 13).

Tabela 13 – Alterações aos inputs nas corridas no Marxan

Corridas (status)	1ª		2ª		3ª		4ª		5ª	
	(status=0ou2ou3)		(status=0ou3)		(status=0ou3)		(status=0ou3)		(status=0ou3)	
id	prop	spf	prop	spf	prop	spf	prop	spf	prop	spf
1	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
2	0,7	1	0,7	1	0,3	1	0,2	1	0,3	0,5
3	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
4	0,5	1	0,5	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0,5
5	0,5	1	0,5	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0,5
6	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
7	0,5	1	0,5	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0,5
8	0,5	1	0,5	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0,5
9	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
10	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
11	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
12	0,7	1	0,7	1	0,3	1	0,2	1	0,3	0,5
13	0,5	1	0,5	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0,5
14	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
15	0,5	1	0,5	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0,5
16	1,0	1	1,0	1	0,6	1	0,3	1	0,6	2,0
BLM	1		1		1		1		6	

Corridas (status)	6ª		7ª		8ª		9ª		10ª	
	(status=0ou3)		(status=0ou3)		(status=0ou3)		(status=0ou3)		(status=0ou3)	
id	prop	spf	prop	spf	prop	spf	prop	spf	prop	spf
1	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
2	0,3	0,5	0,3	2,0	0,3	1,0	0,3	1,0	0,3	1,0
3	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0
5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0
6	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
7	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0
8	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0
9	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
10	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
11	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
12	0,3	0,5	0,3	2,0	0,3	1,0	0,3	1,0	0,3	1,0
13	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0
14	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
15	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0
16	0,6	2,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0	0,6	5,0
BLM	10		3		1		6		10	

Corrida (status)	11ª		12ª		13ª		14ª	
	(status=0ou3)		(status=0ou3)		(status=0ou2ou3)		(status=0ou3)	
id	prop	spf	prop	spf	prop	spf	prop	spf
1	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
2	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,6	0,5
3	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,3	0,5
5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,3	0,5
6	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
7	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,3	0,5
8	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,3	0,5
9	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
10	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
11	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
12	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,6	0,5
13	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,3	0,5
14	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
15	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,3	0,5
16	0,6	3,0	0,6	3,0	0,6	3,0	0,8	3,0
BLM	1		6		6		6	

Terminadas as 14 simulações feitas no Marxan, foram analisados os resultados e seleccionados as melhores soluções que serão apresentadas no subtópico seguinte. Na Figura 12 encontram-se os cenários devolvidos por cada uma das corridas descritas na tabela anterior apresentando as UP por prioridade de conservação. Esta prioridade advém do número de vezes que determinada célula é seleccionada, atestando a sua importância para atingir as metas de conservação.

As várias corridas feitas no Marxan with Zones encontram-se descritas na Tabela 14. Além dos ficheiros utilizados para correr o Marxan, são necessários outros importantes ao funcionamento do Marxan with Zones (Tabela 10):



- ✓ o *zones.dat* - com a identificação das zonas criadas pelo utilizador, neste caso foram três;
- ✓ o *zonestcost.dat* - que associa a cada uma das zonas os custos existentes e um fator de ponderação, que neste caso de estudo é unitário, pois todos os custos têm a mesma importância;
- ✓ o *pulock.dat* - complementa a informação relativa às UP alocando-lhes dados sobre áreas protegidas e cabos submarinos, se estes forem incluídos nas simulações. No Marxan as informações sobre os valores de estado eram inseridas no ficheiro *pu.dat*;
- ✓ o *zonetarget.dat* - onde se encontram distribuídas a quantidade de cada recurso a incluir em cada uma das três zonas, discriminadas nas colunas das “zonas” na Tabela 14;
- ✓ o *zonecontrib2.dat* – corresponde ao ficheiro com as informações do contributo de cada uma das zonas para a proporção de recursos a proteger. Neste caso a zona 3 tem um valor de 100%, a zona 2 até 50% e a zona 1 sem obrigações na conservação;
- ✓ o *zoneboundcost.dat* – corresponde a um custo aplicado na fronteira das UP entre as diferentes zonas. Às três zonas criadas foi atribuído um valor residual para o modificador de conectividade (0,001), permitindo manter um elevado grau de flexibilidade ao *software* na criação dos resultados.

Tabela 14 - Alterações feitas nas corridas do Marxan with Zones

Corrida	1ª (sem restrições)					2ª (sem restrições)				
id	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3
1	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6
2	0,5	0,3	0,1	0,2	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
3	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6
4	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
5	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
6	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6
7	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
8	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
9	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6
10	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6

11	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6
12	0,5	0,3	0,1	0,2	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
13	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
14	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6
15	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
16	2,0	0,6	0	0,2	0,4	2,0	0,6	0	0	0,6
BLM	6					6				

Corrida	3ª (sem restrições)					4ª (sem restrições)				
id	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3
1	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
2	1,0	0,3	0,1	0,2	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
3	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
4	1,0	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
5	1,0	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
6	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
7	1,0	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
8	1,0	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
9	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
10	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
11	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
12	1,0	0,3	0,1	0,2	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
13	1,0	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
14	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
15	1,0	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
16	5,0	0,6	0	0	0,6	3,0	0,6	0	0	0,6
BLM	6					1				

Corrida	5ª					6ª				
	(inclui cabos submarinos e as áreas protegidas)					(inclui cabos submarinos e as áreas protegidas)				
id	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3
1	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
2	0,5	0,2	0,1	0,1	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
3	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
4	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
5	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
6	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
7	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
8	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
9	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
10	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
11	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
12	0,5	0,2	0,1	0,1	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
13	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
14	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
15	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
16	3,0	0,3	0	0	0,3	3,0	0,6	0	0	0,6
BLM	6					6				

Corrida	7ª (sem restrições)					8ª (sem restrições)				
id	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3	spf	prop	Zona1	Zona2	Zona3
1	2,0	0,5	0	0,2	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
2	0,5	0,3	0,1	0,2	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
3	2,0	0,5	0	0,2	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
4	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
5	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
6	2,0	0,5	0	0,3	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
7	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
8	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
9	2,0	0,5	0	0,2	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
10	2,0	0,5	0	0,2	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
11	2,0	0,5	0	0,2	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
12	0,5	0,3	0,1	0,2	0	0,5	0,3	0,1	0,2	0
13	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
14	2,0	0,5	0	0,2	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
15	0,5	0,1	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0
16	2,0	0,5	0	0,2	0,3	5,0	0,6	0	0	0,6
BLM	6					10				

#### 4.5 Resultados

Existem dois tipos de resultados devolvidos pelo Marxan. O das melhores soluções (*best solutions*) que devolvem a rede de reservas com a menor pontuação - relacionada com a função - de todas as reservas geradas (Ball and Possingham, 2000). O outro tipo, é relativo às soluções geradas pela frequência de seleção das células.

De forma a alcançar soluções mais fiáveis o *software* opera com iterações, utilizando os *targets* de representação, para criar núcleos de UP indispensáveis nas soluções. Esta forma de

operar permite proteger as células que integram estes núcleos, além de proteger parcialmente as zonas circundantes, promovendo o zonamento em diferentes níveis da área de estudo.

A frequência de seleção das UP é uma solução devolvida que garante a importância de determinada célula para alcançar as metas de conservação definidas. Esta informação provém da análise e soma dos vários resultados de cada corrida gerados pelo Marxan (Ferrier et al. 2000). Se uma UP for selecionada na maioria das soluções torna-se insubstituível para alcançar os *targets* desejados. Outro tipo de análise relaciona-se com as células com custo mais elevado mas que são permanentemente selecionadas, reservando para o utilizador a decisão de as incorporar, ou não, nas suas opções finais (Ball et al., 2009)

Os ensaios feitos no Marxan antecederam a utilização do Marxan with Zones, com as suas capacidades de zonamento e aplicadas à área de estudo permitirá identificar áreas de conservação e de investimento. O trabalho desenvolvido nestes ensaios permitiu verificar que as metas iniciais (Tabela 11) eram difíceis de alcançar, visto que nos resultados vários recursos não tinham as suas metas alcançadas. Além das alterações feitas às “*prop*” de cada recurso, variou-se o “*BLM*”. Verificando-se que quanto mais alto é o valor mais se fortalece os núcleos de reserva ao longo da área de estudo, ou seja, reduz-se a fragmentação das UP selecionadas para as reservas.

Outra condição que ficou clara nestes ensaios, relaciona-se com a inclusão das áreas protegidas existentes (Tabela 7) que influenciam drasticamente os resultados. Ao utilizar esses dados (*status* = 2) obriga a que as células com esse estado fiquem bloqueadas e já que ocupam boa parte da área de estudo (ocupam 5789 UP das 10622 existentes) as soluções ficam bastante limitadas. Isto pode-se verificar nas corridas 1 e 13 na Figura 12, em que se variaram a “*prop*”, “*spf*” e o “*BLM*” (Tabela 13) e os resultados permaneceram praticamente inalterados.

Em termos de custos (Tabela 15), verifica-se que as inclusões das áreas protegidas (corrida 1 e 13) ou a imposição de *targets* muito elevados (1, 2, 14) aumentam bastante os custos e o tamanho da reserva.

Entre as corridas no Marxan variou-se o “*prop*” sempre de acordo com a hierarquia definida para as necessidades de conservação, tendo as espécies em perigo ou sob proteção de algum quadro legal *targets* superiores. Pelos ensaios feitos os valores de “*prop*” mais aceitáveis, que permitem cumprir as metas de conservação sem comprometer o uso do espaço marítimo, correspondem à situação intermédia, visualizadas nas “*best solutions*” das corridas 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 (Figura 12).

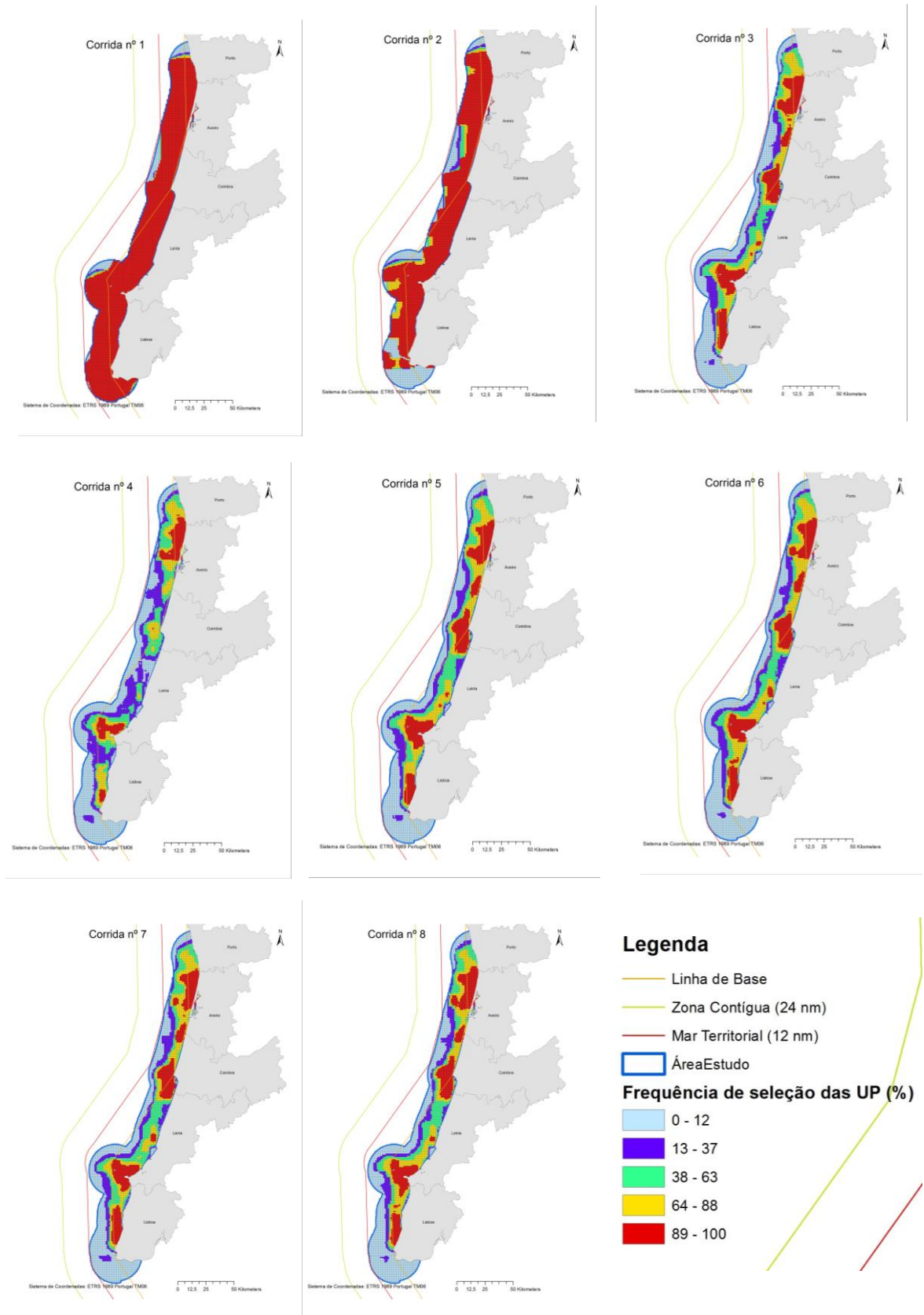
Entre as corridas 5 até à 13, apenas se variou o “BLM” e os valores de “spf”. Para o mesmo “prop”, o aumento do “BLM” devolve soluções com um custo maior (corridas 8, 9 e 10 ou entre a corrida 11 e 12). Analisando a Figura 12, os cenários associados às prioridades de conservação com os mesmos *targets* e “spf”, e apenas variando o “BLM”, verifica-se que os resultados são muito próximos.

*Tabela 15 - Resultados das corridas no Marxan baseados na “best solution” de cada corrida*

Corridas (status)	Reserva (nº UP)	Custo (unidades)
1ª (status=0ou2ou3)	9123	5239
2ª (status=0ou3)	8162	4533
3ª (status=0ou3)	3507	1286
4ª (status=0ou3)	2261	774
5ª (status=0ou3)	3957	1452
6ª (status=0ou3)	4292	1819
7ª (status=0ou3)	3968	1633
8ª (status=0ou3)	3971	1405
9ª (status=0ou3)	4028	1855
10ª (status=0ou3)	4133	2062
11ª (status=0ou3)	3894	1339
12ª (status=0ou3)	3866	1881
13ª (status=0ou2ou3)	6838	4314
14ª (status=0ou3)	5675	3199

Analisando as “best solutions”, a corrida 7 será uma boa escolha a fazer. Apesar de o custo ser ligeiramente superior ao de outras corridas, consegue albergar um número relativamente superior de UP no espaço da reserva. Ao utilizar valores mais baixos de “BLM” permite com o mesmo “spf” de outras corridas oferecer uma solução mais compacta e que cumpre as metas desejadas, agregando mais UP na reserva.

Na prática visualizando a “best solution” da corrida 7 verifica-se que é a mais correta por conseguir definir a área circundante às Berlengas como reserva, bem como toda a região da ria de Aveiro e grande parte do Parque Natural de Sintra-Cascais, o que não se sucede totalmente nas outras opções.



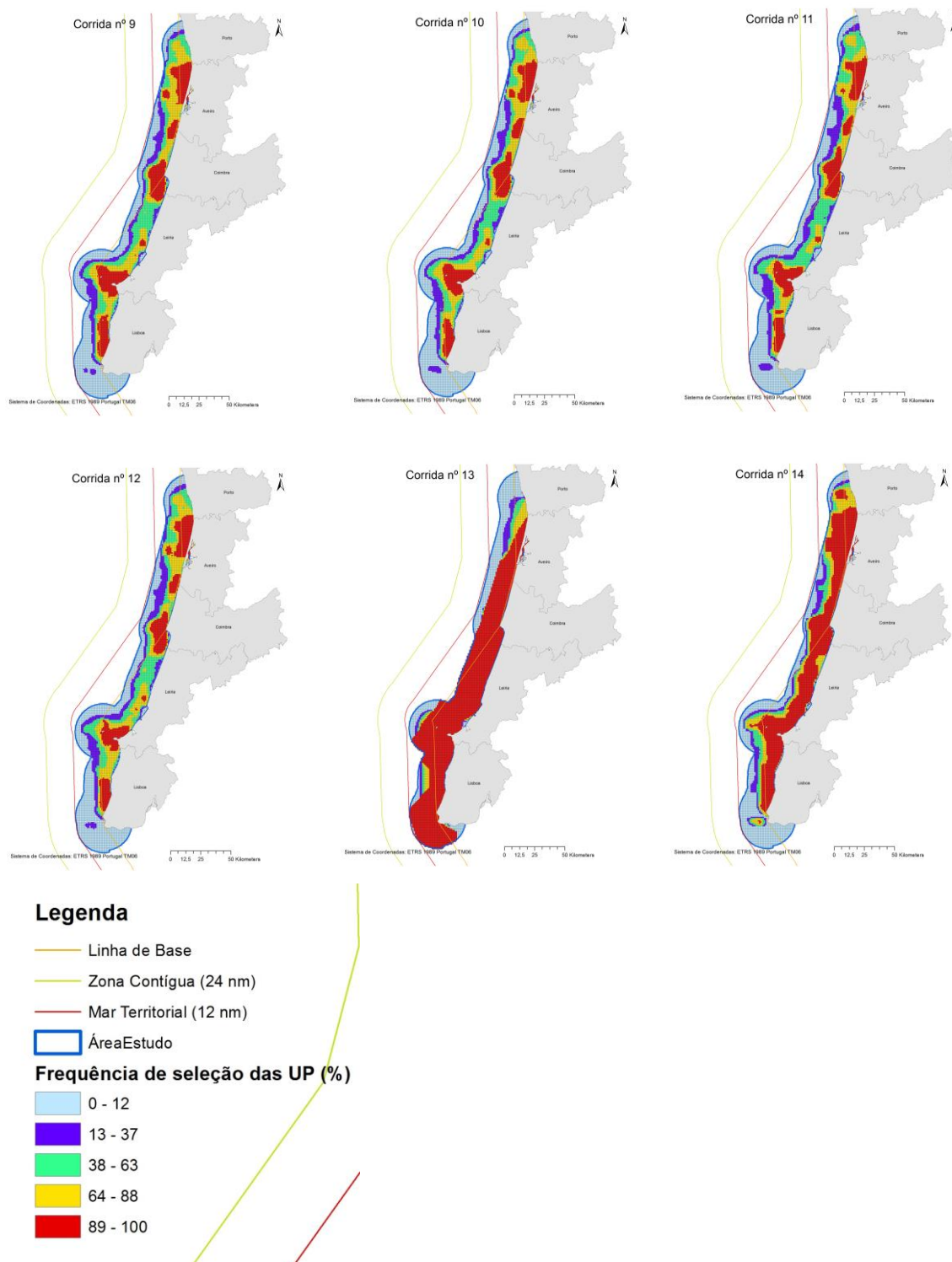


Figura 12 - Cenários do Marxan por prioridade de conservação



Seguindo o trabalho para o Marxan with Zones, este operou com as mesmas variáveis que o Marxan, integrando outros ficheiros descritos no subtópico 4.4. A diferença maior relaciona-se com o zonamento, ao atribuir diferentes graus de proteção dentro duma reserva. Neste caso, o *software* trabalha com 3 níveis distintos, sendo que a zona 1 corresponde a um espaço de uso livre, permitindo o uso do espaço pelas diversas atividades económicas; a zona 2 tem um estatuto de proteção parcial, permitindo apenas atividades não extrativas e a zona 3, de cariz mais restritivo, tem foco total na proteção da biodiversidade, excluindo outras atividades do seu espaço.

A grande diferença verificada entre os dois programas relaciona-se com as soluções finais, pois com o zonamento aplicado a área abrangida pela zona de proteção total ou parcial aumenta em relação às soluções binárias do Marxan.

Vendo os resultados do ponto de vista dos custos, a forma como o Marxan with Zones opera neste caso de estudo difere do seu antecessor na componente dos custos. Parte do total dos custos, soma de todas as atividades e estruturas distribuídas pelas UP da área de estudo, que correspondem a 5584 unidades de custo, e divide esse total durante o zonamento pelas 3 zonas criadas. Assim sendo, a análise em termos de custos será baseada no custo atribuído à zona com proteção total (zona 3), tendo também em atenção o tamanho e custo da zona de proteção parcial (zona 2).

Dos 8 cenários apresentados na Figura 13, apenas na 1ª e na 7ª corrida não se alcançaram todas as metas (MPM), ver Tabela 16, sendo que nestes ensaios falhou a proteção integral ao recurso de id 3 (*Caretta caretta*). Nas restantes corridas todas as metas de proteção foram alcançadas (MPM = 1).

Apesar de não contar para a seleção do cenário final, optou-se por executar duas corridas (5 e 6) incluindo as UP com informação dos cabos submarinos e das áreas protegidas (alterando as definições predefinidas no *pulock.dat*). Nestas duas corridas incluiu-se um cenário com metas de conservação ligeiramente inferiores, corrida 5, correspondentes à hipótese com os valores de “*prop*” mais baixos. Esta alternativa serviu para testar a existência de diferenças significativas no cenário final com esta variação nas metas de conservação. Analisando os resultados da corrida 5 e 6, as reservas são maiores na 6ª corrida, com algumas diferenças na distribuição espacial da zona 2 e da zona 3.

Tabela 16 - Resultados das corridas no Marxan with Zones baseados na “best solution” de cada corrida

Corridas (status)	Zonas	Reserva (nº UP)	Custo (unidades)	MPM
1ª (status = 0 ou 3)	1	2341	1413	0 (falhou target id 3)
	2	3127	1623	
	3	5154	2548	
2ª (status = 0 ou 3)	1	1618	965	1
	2	1957	988	
	3	7047	3631	
3ª (status = 0 ou 3)	1	1625	747	1
	2	2291	1204	
	3	6706	3633	
4ª (status = 0 ou 3)	1	1656	783	1
	2	2189	1258	
	3	6777	3543	
5ª (status = 0 ou 2 ou 3)	1	2965	1444	1
	2	3841	2293	
	3	3816	1847	
6ª (status = 0 ou 2 ou 3)	1	2607	1420	1
	2	1426	642	
	3	6589	3522	
7ª (status = 0 ou 3)	1	2947	1792	0 (falhou target id 3)
	2	4238	1980	
	3	3437	1812	
8ª (status = 0 ou 3)	1	1602	683	1
	2	2563	1210	
	3	6457	3691	

Nota: MPM é o parâmetro apresentado nos resultados de cada corrida que transmite informação do sucesso das metas de conservação, “prop”, com valores entre 0 e 1, sendo que zero expressa insucesso e o 1 corresponde ao sucesso na proteção da proporção total do recurso;

Analisando os restantes cenários (corridas 2, 3, 4 e 8) na Figura 13 pode-se excluir as corridas 2 e 4 por não protegerem integralmente as Berlengas no seu zonamento. Entre a corrida 3 e 8 verifica-se que ambas protegem grande parte da linha de costa e as principais zonas sensíveis da área de estudo.

Entre estas duas corridas, verifica-se que o cenário 3 tem um custo (incluindo apenas custo zona 2 e zona 3) ligeiramente inferior ao cenário 8 (4837 unidades contra 4901), incluindo mais 249 UP na sua zona 3. Com base nas razões apresentadas, o cenário final selecionado é o da corrida 3.

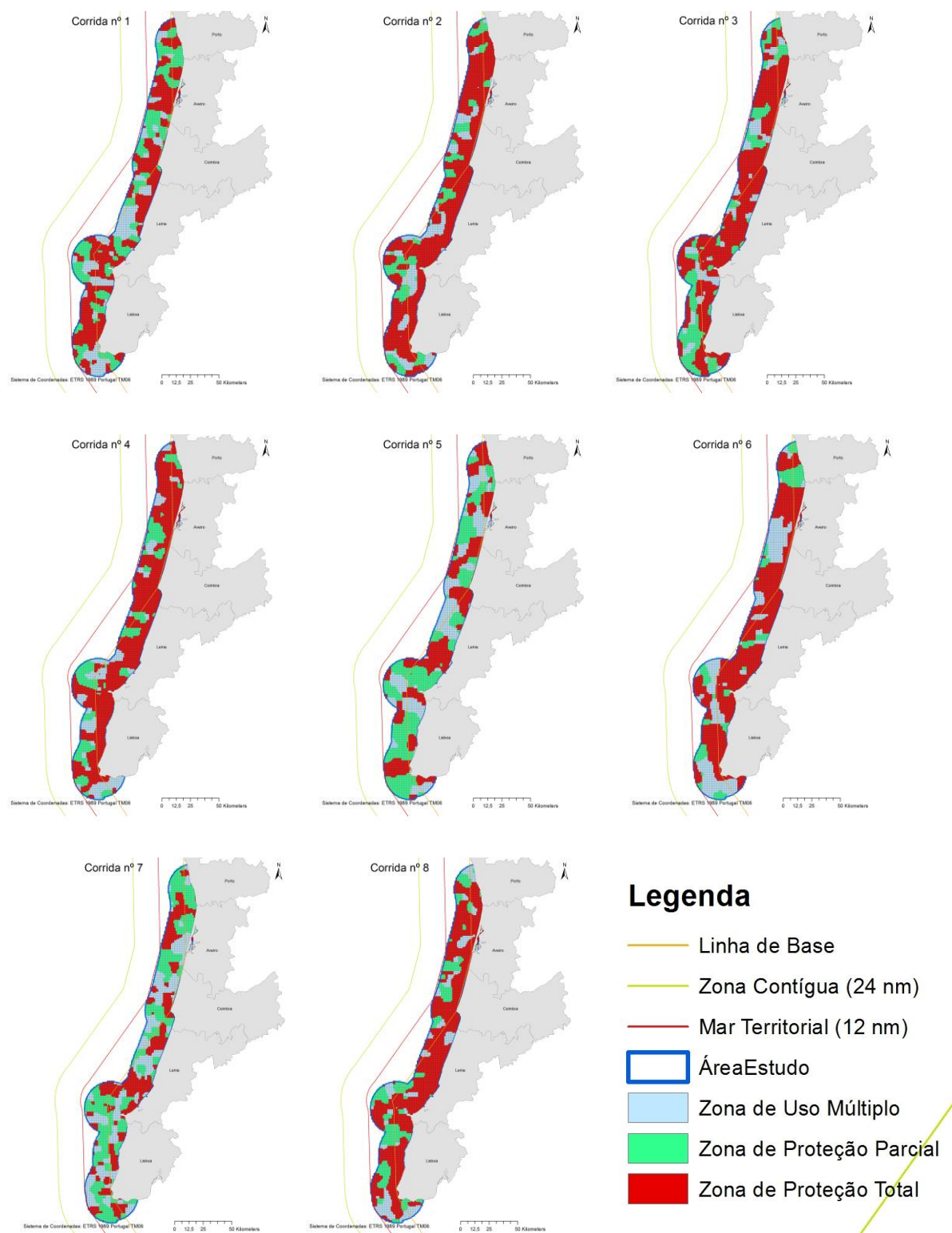


Figura 13 - Resultados das "best solutions" do Marxan with Zones

## Capítulo 5 - Identificação e discussão das áreas prioritárias de conservação da natureza e investimento

Neste capítulo serão analisados os melhores cenários obtidos e selecionados provenientes do Marxan e em especial do Marxan with Zones.

Ao longo do capítulo 4 foi descrito o procedimento executado até à obtenção destes cenários finais. Iniciou-se com a seleção de informação para caracterizar o mais fielmente possível a área de estudo. Estes dados foram editados com recurso ao ArcGIS e ao QGIS, antes de preparar e avançar para as simulações no Marxan. A estes dados soma-se o conhecimento relacionado com o suporte bibliográfico do *software* e na definição de metas de conservação para uma ideal conceção de uma reserva para a biodiversidade. Por fim, os cenários devolvidos pelo Marxan e pelo Marxan with Zones foram alvo de análise tendo em vista a aplicabilidade dos mesmos.

Os elementos que levaram ao sucesso da corrida 7 no Marxan prendem-se com a proteção de zonas sensíveis da área de estudo, nomeadamente a zona adjacente à ria de Aveiro, às Berlengas e ao parque Natural de Sintra-Cascais. Este cenário seria uma hipótese viável na definição de espaços de reserva pela facilidade de implementação.

Com o Marxan with Zones os resultados são mais complexos e mais aproximados do que se deseja num trabalho como este, em que o papel do zonamento é fundamental para identificar as áreas prioritárias de conservação sem descurar da importância de outras atividades coexistentes no mesmo espaço. O cenário 3, selecionado entre as diversas corridas apresentadas no Marxan with Zones, tem a particularidade de proteger uma percentagem elevada da linha de costa (Figura 13). Também inclui proteção para áreas sensíveis como as Berlengas, a região da Ria de Aveiro, a foz do Mondego ou o Parque Natural de Sintra-Cascais, em conformidade com o mapa das reservas estabelecidas (Figura 14).

Utilizando o cenário 3 do Marxan with Zones e a informação contida na tabela de atributos pode-se sobrepor a informação da Figura 14 sobre as áreas de proteção implementadas, confirmando-se que muitas das UP selecionadas são comuns. Com auxílio de uma folha de cálculo verifica-se que as zonas de proteção parcial incluem 1264 UP das áreas protegidas já existentes, enquanto que nas zonas de proteção total, zona 3, incluem 3866 UP. Assim, analisando do ponto de vista numérico, a solução encontrada pelo Marxan with Zones coincide em 88% das áreas protegidas (que contem 5789 UP) implementadas dentro da área de estudo (Figura 14).

Esta percentagem de UP que se sobrepõem às áreas de conservação existentes é bastante positiva, mas analisando esta “*best solution*” verificamos que seria de difícil implementação pela enorme área que dedica à zona de proteção total. Este cenário não diminui as capacidades que o *software* oferece no apoio à definição deste tipo de reservas, apenas reforça que será necessário um conhecimento mais aprofundado das capacidades do mesmo e de mais informação de suporte para alcançar soluções exequíveis em contexto real.

As reservas do cenário selecionado abrangem boa parte da faixa costeira, dificultando a coexistência com outras atividades de relevo socioeconómico na região. As zonas de proteção parcial têm a sua importância na conservação da biodiversidade, inferior ao peso das zonas de proteção total, sendo uma forma de proteger os núcleos da reserva. As zonas 2 são um elemento de transição entre as zonas livres e as reservas, reduzindo as fronteiras partilhadas entre a zona 3 e a zona 1, que poderiam pôr em causa o sucesso da conservação de determinados ecossistemas.

Na prática, as zonas de proteção parcial permitem amenizar os conflitos de interesses com os *stakeholders* que exploram as zonas costeiras e marinhas, seja no campo do turismo balnear, desportos náuticos ou da pesca recreativa. Esta premissa é garantida no trabalho, dentro dos dados recolhidos, com a minimização de custos sendo que as áreas com menor custo por UP correspondem a zonas com menos estruturas e atividades socioeconómicas.

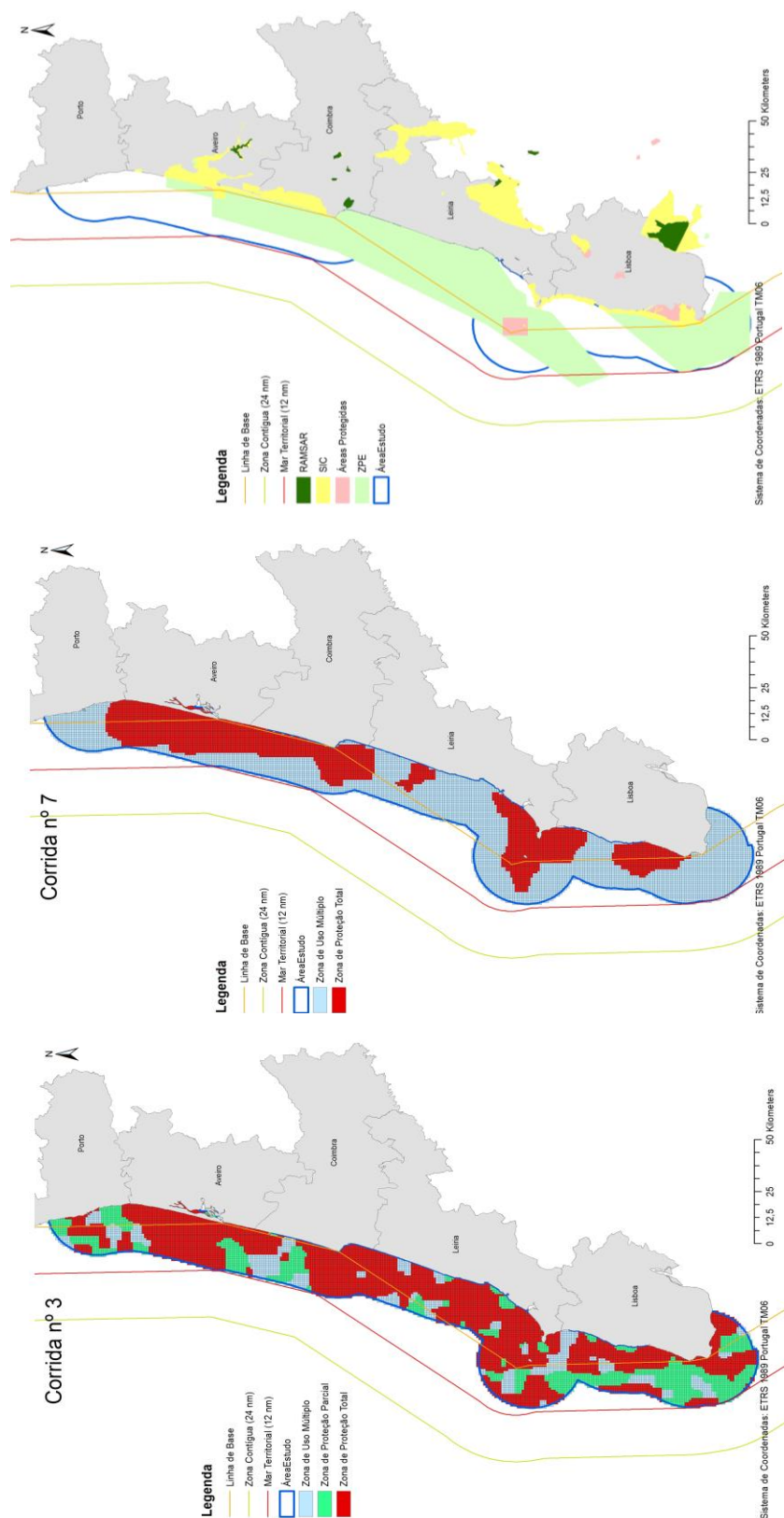


Figura 14 – “Best solution” da corrida 3 do Marxan with Zones, “best solution” da corrida 7 do Marxan e áreas com estatuto de conservação na área de estudo em Portugal Continental

Outro ponto a favor deste tipo de zonamento relaciona-se com uma hipotética situação de catástrofe ambiental. Por exemplo, na ocorrência de um derrame de combustíveis fósseis ou de outra descarga suscetível de causar danos aos ecossistemas existentes, estas zonas ao envolver os núcleos de proteção integral dos ecossistemas permitem ganhar uma margem para que as consequências destes desastres não sejam tão graves. Os potenciais impactes para os valores naturais seriam mais significativos na ausência destes espaços ou apenas existindo soluções como as devolvidas pelo Marxan, em que um espaço é classificado como reserva ou de uso múltiplo.

Excluindo situações extremadas em que o papel do zonamento pode ser fulcral na proteção de um ecossistema, esta funcionalidade permite além de gerir conflitos, convergir num cenário as múltiplas atividades económicas existentes ou potenciais numa determinada área. Esta flexibilidade aliada à existência e robustez de uma boa base de dados que suportem tal trabalho, faz deste *software* uma ferramenta com grandes capacidades no apoio à definição de áreas de investimento.

A aplicação do Marxan with Zones pode não ficar restrita ao apoio na identificação de áreas de conservação. O *software* tem capacidades que lhe permitem suportar o planeamento e gestão deste espaço costeiro e marinho na identificação de espaços para outras atividades económicas, sejam elas extrativas, recreativas ou desportivas, gerindo o risco de comprometer a conservação dos ecossistemas existentes.



## Capítulo 6 - Considerações finais

Este trabalho foi desenvolvido com intuito de utilizar uma ferramenta de apoio ao planeamento e gestão das zonas costeiras e marinhas. A ferramenta utilizada foi um *software* com reconhecidas capacidades numéricas já aplicado pelo mundo inteiro no campo da conservação da biodiversidade. O Marxan with Zones, é uma versão posterior ao Marxan que conta com mais anos de utilização por todo globo em vários campos de aplicação, sendo suporte de inúmeros artigos científicos.

O Marxan with Zones utilizou parte dos dados obtidos no Marxan, dados esses baseados em informação recolhida e compilada no ArcGIS e no QGIS. Estes dois *softwares* de SIG foram indispensáveis na visualização e análise de resultados e na preparação dos ficheiros de entrada utilizados nos *softwares* de apoio à tomada de decisão.

A área de estudo correspondeu à faixa do mar territorial nacional e do POOC entre a Foz do Douro e o Cabo Raso, em Cascais. Esta área de estudo apresenta uma elevada diversidade de estruturas, atividades, reservas e de recursos biológicos. Os resultados deste trabalho carecem de uma melhoria e atualização dos dados para que os cenários retirados desta ferramenta de suporte à decisão, o Marxan with Zones, sejam cada vez mais robustos e menos permeáveis à contestação por parte dos decisores e *stakeholders*.

Os dados recolhidos foram utilizados na criação dos ficheiros de entrada. Destaca-se o método criado para a incorporação de custos. Os custos seguiram uma metodologia que incorpora as atividades socioeconómicas e estruturas existentes nas UP da área de estudo. Contabiliza a presença de um ou mais elementos numa determinada célula, elevando o custo de implementação ao incluir estas UP com várias estruturas ou atividades na reserva final.

Os recursos utilizados, espécies e habitats, estavam limitados aos dados SIG existentes. Os recursos foram alvo de análise para conhecer a sua importância socioeconómica e o estado de conservação para apoiar a definição das metas de conservação.

Após a utilização dos programas selecionou-se os melhores cenários para este trabalho, descritos no capítulo 5, observando-se que estes coincidem com as áreas sensíveis da nossa costa. As áreas concebidas pelos cenários selecionados, zonas de proteção total e de proteção parcial, sobrepõem-se a zonas sensíveis como as Berlengas ou a ria de Aveiro, indo de encontro às reservas já implementadas. Além destas zonas, vários quilómetros da linha de costa foram

selecionados, o que reforça a importância de proteger estas áreas pois estão expostas e sujeitas a uma elevada pressão antropogénica.

As capacidades desta versão do *software*, que foram testadas e comprovadas neste trabalho, relacionam-se diretamente com o zonamento que além de devolver as soluções para as reservas permite conciliar outros usos, incluindo nas suas soluções espaços com diferentes ou nenhum nível de proteção. Estas capacidades do Marxan with Zones permitem que esta ferramenta apoie a gestão de espaços multiusos, com a criação de cenários que incluam o máximo de informação disponível em termos biológicos e socioeconómicos, gerindo com cuidado os conflitos criados neste tipo de procedimentos.

A flexibilidade e a versatilidade do *software* permitem ao utilizador atribuir várias metas de conservação, usar vários níveis de conservação e diversos custos na gestão de recursos. Estas capacidades favorecem a conciliação de atividades com interesses e posições opostas no planeamento, criando soluções de planeamento mais realísticas e apoiando a tomada de decisão em cenários de conservação de paisagens terrestres e marinhas (Watts et al., 2009; Hermoso et al., 2016).

A gestão de uma área destinada à conservação baseada no zonamento múltiplo como nos resultados do Marxan with Zones, permite melhorar a eficiência do planeamento territorial. Além disto, é possível minimizar a área despendida no processo, minimizando conflitos entre atividades que poderiam disputar os mesmo espaços (Hermoso et al., 2016, 2015).

Numa análise ao quadro atual do planeamento marítimo, verifica-se que vários têm sido os acordos e metas apontadas para a criação de AMP, o que sem dúvida é essencial para a proteção da biodiversidade e dos recursos marinhos. Apesar de nos últimos anos a quantidade de AMP criadas ter vindo a aumentar, ainda é pequena a proporção em que estão totalmente protegidas, ou seja, pouca área corresponde a reservas marinhas restritas. Algumas das AMP mais recentes para sustentar esta tendência são criadas em áreas remotas dos oceanos em que o potencial de usos extrativos é baixo, pelo que a necessidade por proteção não é uma prioridade nestas localizações (Álvarez-Romero et al., 2018).

Para contrariar tal fenómeno deve-se apostar na educação dos *stakeholders* para a importância dos benefícios de áreas “no-take” (áreas em que não são permitidas as atividades antropogénicas, especialmente as atividades extrativas altamente impactantes) para a manutenção e crescimento de *stocks* de pesca e para a segurança alimentar. O esclarecimento de

algumas disposições legais é fulcral para o sucesso na implementação de uma AMP (Jumin et al., 2017) e para a sua reprodução em áreas críticas contribuindo para o seu crescimento sustentado.

A criação de AMP é baseada em critérios científicos sólidos, sendo esta dissertação exemplo disso mesmo. Assim, a escolha por ações alternativas, utilizando ferramentas de apoio à decisão que incorporam informação ecológica e socioeconómica, é útil para os decisores tomarem as melhores opções, ponderando os prós e contras, antes de avançar para a implementação deste tipo de medida de conservação.

Como foi fundamentado ao longo do trabalho as barreiras à implementação das AMP são de génese variada. O planeamento e gestão do espaço marítimo encontra um grande desafio para assegurar o compromisso com quadros políticos e institucionais, na participação dos *stakeholders* ou de problemas transfronteiriços para de forma eficiente implementar este tipo de reserva.

Outra componente a desenvolver será a incorporação de dados sociais nesta metodologia, para completar e fortalecer os resultados obtidos. A monitorização e a avaliação das AMP, depois destas implementadas, deve ser executada para retirar lições para situações posteriores. Este processo obriga a uma articulação com as várias entidades gestoras contribuindo para um processo de gestão adaptativa e de melhoria contínua.

De futuro a criação das AMP será cada vez mais criteriosa e eficiente, devido a todo o passado de suporte e de contínua aprendizagem, que permitirá continuar a tendência atual de aumentar o rácio de oceanos e águas nacionais sob proteção. A par destas novas implementações novos problemas serão tidos em equação como o lixo marinho (Martins and Sobral, 2011; Mordecai et al., 2011; Mouat et al., 2010), a acidificação dos oceanos ou as alterações climáticas e a subida do nível médio das águas do mar, entre outros desafios (Santos et al., 2017).

Como sugestão para um novo trabalho utilizando este *software*, sugiro que se considere a utilização de dados sobre a dispersão do lixo marinho, a acidificação dos oceanos, a erosão da costa ou a previsão dos impactes das alterações climáticas. Com estas informações tentar projetar as consequências que provocariam sobre as atividades económicas existentes e potenciais e sobre as reservas marinhas existentes nas zonas costeiras e marinhas de Portugal.



## Bibliografia

- Agardy, Spring T., 1997. *Marine Protected Areas and Ocean Conservation*. Academic Press. Environmental Intelligence Unit
- Adams, V.M., Pressey, R.L., Álvarez-Romero, J.G., 2016. Using optimal land-use scenarios to assess trade-offs between conservation, development, and social values. *PLoS One* 11, 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158350>
- Agardy, T., Davis, J., Sherwood, K., 2011. Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management, UNEP Regional Seas Report and Studies. <https://doi.org/ISBN: 978-92-807-3173-6>
- Álvarez-Romero, J.G., Mills, M., Adams, V.M., Gurney, G.G., Pressey, R.L., Weeks, R., Ban, N.C., Cheok, J., Davies, T.E., Day, J.C., Hamel, M.A., Leslie, H.M., Magris, R.A., Storlie, C.J., 2018. Research advances and gaps in marine planning: Towards a global database in systematic conservation planning. *Biol. Conserv.* 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.06.027>
- ANMP, 2018. Associação Nacional dos Municípios Portugueses [WWW Document]. URL <http://www.anmp.pt/index.php>
- Ansong, J., Gissi, E., Calado, H., 2017. An approach to ecosystem-based management in maritime spatial planning process. *Ocean Coast. Manag.* 141, 65–81. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.005>
- APA, 2017. Plano de ação litoral XXI. Agência Portuguesa do Ambiente. República Portuguesa.
- APA, 2016. Plano de Gestão de Região Hidrográfica - Enquadramento e aspetos gerais. Região Hidrográfica Do Vouga , Mondego E Lis ( RH4 ). Agência Portuguesa do Ambiente.
- Ardron, J.A., Possingham, H.P., Klein, C.J., 2010. Marxan Good Practices Handbook Editors.
- ARH Centro,, 2012. Caracterização Geral e Diagnóstico - Caracterização socioeconómica. Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4. Administração da Região Hidrográfica do Centro. Ministério da Agricultura, Mar,,.
- ARH Centro, 2012. Caracterização Geral e Diagnóstico - Pressões Biológicas. Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4. Administração da Região Hidrografica do Centro. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente.

- Ball, I., Possingham, H., 2000. Marxan v1. 8.2: Marine reserve design using spatially explicit annealing. ... . Uq. Edu. Au/Marxan/Docs/Marxan\_Manual\_1\_8\_2. Pdf 70.
- Ball, I.R., Possingham, H.P., Watts, M.E., 2009. Marxan and relatives : Software for spatial conservation prioritization Marxan and Relatives : Software for Spatial Conservation Prioritization. pp. 185–195.
- Bernasconi, P., Blumentrath, S., Barton, D.N., Rusch, G.M., Romeiro, A.R., 2016. Constraining forest certificate's market to improve cost-effectiveness of biodiversity conservation in São Paulo State, Brazil. PLoS One 11, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164850>
- Beyer, H., Dujardin, Y., Watts, M., Possingham, H.P., 2016. Solving conservation planning problems with integer linear programming. Ecol. Modell. 328, 14–22.
- Bollanou, H.-M., Sfyri, K., Kiousopoulos, J., 2011. Marine Spatial Planning in European Union . Case study : Hellas 0–15.
- Bulhões, R. de J.B., 2015. Avaliação de serviços de ecossistemas em Áreas Marinhas Protegidas (AMP) - caso de estudo na costa centro de Portugal. Univ. Aveiro 137.
- Calado, H., Ng, K., Johnson, D., Sousa, L., Phillips, M., Alves, F., 2010. Marine spatial planning: Lessons learned from the Portuguese debate. Mar. Policy 34, 1341–1349. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.06.007>
- Carwardine, J., Wilson, K.A., Watts, M., Etter, A., Klein, C.J., Possingham, H.P., 2008. Avoiding costly conservation mistakes: The importance of defining actions and costs in spatial priority settings. PLoS One 3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002586>
- Cheng, H.C., Château, P.A., Chang, Y.C., 2015. Spatial zoning design for marine protected areas through multi-objective decision-making. Ocean Coast. Manag. 108, 158–165. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.08.018>
- Costanza, R., Arge, R., Groot, R. De, Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Robert, V., Neill, O., Paruelo, J., Raskin, R.G., Belt, M. Van Den, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Day J., Dudley N., Hockings M., Holmes G., Laffoley D., S.S.& W.S., 2012. Developing capacity for a protected planet Guidelines for Applying the IUCN Protected Area Management Categories to Marine Protected Areas, Iucn.

- Day, J.C., 2002. Zoning - Lessons from the Great Barrier Reef Marine Park. *Ocean Coast. Manag.* 45, 139–156.
- de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L.C., ten Brink, P., van Beukering, P., 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosyst. Serv.* 1, 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>
- Despot Belmonte, K., Bieberstein, K., 2016. Protected Planet Report 2016, Protected Planet Report 2016. How Protected Areas contribute to achieving Global Targets for Biodiversity. <https://doi.org/10.1017/S0954102007000077>
- DGRM, 2018a. Zonas Marítimas sob Soberania ou Jurisdição Portuguesa. Direção Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos [WWW Document]. URL <https://www.dgrm.mm.gov.pt> (accessed 9.7.18).
- DGRM, 2018b. PSOEM, Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo. Direção Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos [WWW Document]. URL <http://www.psoem.pt/usos-e-atividades/>
- DGRM, 2018c. Recursos da Pesca. Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos. Lisboa.
- DGRM, 2018d. PSOEM - Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional. Avaliação Ambiental Estratégica -Relatório Ambiental. República Portuguesa.
- Ehler, C., Douvère, F., 2009. Marine Spatial Planning: a Step-by-step Approach toward Ecosystem-based Management, Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6. Unesco, Paris (English). [https://doi.org/Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme](https://doi.org/Intergovernmental%20Oceanographic%20Commission%20and%20Man%20and%20the%20Biosphere%20Programme)
- ESRI, 2018. ArcGIS 10.4.1 Desktop [WWW Document]. URL <https://www.esri.com> (accessed 9.11.18).
- EUMOFA, 2017. The EU fish Market. European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products, EUMOFA. European Commission.
- Europeia, C., 2009. Bens e Serviços Ecológicos 4.

- Fernandes, M. da L., Esteves, T.C., Oliveira, E.R., Alves, F.L., 2017. How does the cumulative impacts approach support Maritime Spatial Planning? *Ecol. Indic.* 73, 189–202. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.014>
- Fernandes, M. da L., Quintela, A., Alves, F.L., 2018. Identifying conservation priority areas to inform maritime spatial planning: A new approach. *Sci. Total Environ.* 639, 1088–1098. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.147>
- Ferreira, A.M.P.J., 2000. Caracterização de Portugal Continental. Dados Geoquímicos de Base de Sedimentos Fluviais de Amostragem de Baixa Densidade de Portugal Continental: Estudo de Factores de Variação Regional. LNEG.
- Game, E.T., Grantham, H.S., 2008. Marxan User Manual: For Marxan version 1.8.10. University of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia, and Pacific Marine Analysis and Research Association, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Gissi, E., McGowan, J., Venier, C., Di Carlo, D., Musco, F., Menegon, S., Mackelworth, P., Agardy, T., Possingham, H., 2018. Addressing transboundary conservation challenges through marine spatial prioritization.
- Gonçalves, M., 2011. Perdas nos Valores dos Ecossistemas devido à Erosão Costeira 85.
- Governo de Portugal, 2014. National Ocean Strategy 2013–2020. Ministry of Agriculture and Sea, Portuguese Government, Ministry of Agriculture and Sea, Portuguese Government.
- Governo de Portugal, 2013. Estratégia Nacional para o Mar 2013-2020.
- Grantham, H.S., Agostini, V.N., Wilson, J., Mangubhai, S., Hidayat, N., Muljadi, A., Muhajir, Rotinsulu, C., Mongdong, M., Beck, M.W., Possingham, H.P., 2013. A comparison of zoning analyses to inform the planning of a marine protected area network in Raja Ampat, Indonesia. *Mar. Policy* 38, 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.05.035>
- Gubbay, S., Sanders, N., Haynes, T., Janssen, J.A.M., Rodwell, J.R., Nieto, A., Garcia Criado, M., Beal, S., Borg, J., Kennedy, M., Micu, D., Otero, M., Sauders, G., Calix, M., 2016. European Red List of Habitats. Part 1 - Marine Habitats. European Union. <https://doi.org/10.2779/032638>
- Halpern, B.S., McLeod, K.L., Rosenberg, A.A., Crowder, L.B., 2008. Managing for cumulative impacts in ecosystem-based management through ocean zoning. *Ocean Coast. Manag.* 51, 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.08.002>



- Henriques, N.S., Monteiro, P., Bentes, L., Oliveira, F., Afonso, C.M.L., Gonçalves, J.M.S., 2017. Marxan as a zoning tool for development and economic purposed areas - Aquaculture Management Areas (AMAs). *Ocean Coast. Manag.* 141, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.016>
- Hermoso, V., Cattarino, L., Kennard, M.J., Watts, M., Linke, S., 2015. Catchment zoning for freshwater conservation: Refining plans to enhance action on the ground. *J. Appl. Ecol.* 52, 940–949. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12454>
- Hermoso, V., Cattarino, L., Linke, S., Kennard, M.J., 2018. Catchment zoning to enhance co-benefits and minimize trade-offs between ecosystem services and freshwater biodiversity conservation. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 1–11. <https://doi.org/10.1002/aqc.2891>
- Hermoso, V., Filipe, A.F., Segurado, P., Beja, P., 2016. Catchment zoning to unlock freshwater conservation opportunities in the Iberian Peninsula. *Divers. Distrib.* 22, 960–969. <https://doi.org/10.1111/ddi.12454>
- Horta e Costa, B., 2017. MPA X-ray - Diagnóstico das Áreas Marinhas Protegidas Portuguesas. WWF Portugal, Portugal.
- INE, 2017. Estatísticas da Pesca. Instituto Nacional de Estatística. Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos. Lisboa.
- IUCN & UNEP-WCMC, 2018. Marine Protected Planet. The World Database on Protected Areas (WDPA) [online], [August, 2018]. Cambridge, UK: UNEP-WCMC [WWW Document]. URL <https://www.protectedplanet.net/marine> (accessed 8.21.18).
- Jensen, H.M., Panagiotidis, P., Reker, J., 2017. Delineation of the MSFD Article 4 - Marine Regions and Subregions. Technical document - version 1.0. ICES & EEA.
- Jumin, R., Binson, A., McGowan, J., Magupin, S., Beger, M., Brown, C.J., Possingham, H.P., Klein, C., 2017. From Marxan to management: ocean zoning with stakeholders for Tun Mustapha Park in Sabah, Malaysia. *Oryx* 1–12. <https://doi.org/10.1017/S0030605316001514>
- Kark, S., Levin, N., Grantham, H.S., Possingham, H.P., 2009. Between-country collaboration and consideration of costs increase conservation planning efficiency in the Mediterranean Basin. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 106, 15368–15373. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901001106>
- Kidd, S., Plater, A., Frid, C., 2011. The Ecosystem Approach to marine Planning and Management.

- Kirkman, H., 2013. Choosing boundaries to marine protected areas and zoning the MPAs for restricted use and management. *Ocean Coast. Manag.* 81, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.07.017>
- Klein, C.J., Steinback, C., Watts, M., Scholz, A.J., Possingham, H.P., 2010. Spatial marine zoning for fisheries and conservation. *Front. Ecol. Environ.* 8, 349–353. <https://doi.org/10.1890/090047>
- Lastras, G., Arzola, R.G., Masson, D.G., Wynn, R.B., Huvenne, V.A.I., Hühnerbach, V., Canals, M., 2009. Geomorphology and sedimentary features in the Central Portuguese submarine canyons, Western Iberian margin. *Geomorphology* 103, 310–329. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.06.013>
- Law, E.A., Bryan, B.A., Meijaard, E., Mallawaarachchi, T., Struebig, M.J., Watts, M.E., Wilson, K.A., 2017. Mixed policies give more options in multifunctional tropical forest landscapes. *J. Appl. Ecol.* 54, 51–60. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12666>
- Leadley, P.W., Krug, C.B., Alkemade, R., Pereira, H.M., Sumaila, U.R., Walpole, M., Marques, A., Newbold, T., Teh, L.S.L., van Kolck, J., Bellard, C., Januchowski-Hartley, S.R., Mumby, P., 2014. Progress towards the Aichi biodiversity targets: an assessment of biodiversity trends, policy scenarios and key actions. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.
- Levin, N., Watson, J.E.M., Joseph, L.N., Grantham, H.S., Hadar, L., Apel, N., Perevolotsky, A., DeMalach, N., Possingham, H.P., Kark, S., 2013. A framework for systematic conservation planning and management of Mediterranean landscapes. *Biol. Conserv.* 158, 371–383. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.032>
- Lourival, R., Watts, M., Pressey, R.L., de Miranda Mourão, G., Padovani, C.R., da Silva, M.P., Possingham, H.P., 2011. What is missing in biosphere reserves accountability? *Nat. a Conserv.* 9, 160–178. <https://doi.org/10.4322/natcon.2011.022>
- Magris, R.A., Pressey, R.L., Mills, M., Vila-Nova, D.A., Floeter, S., 2017. Integrated conservation planning for coral reefs: Designing conservation zones for multiple conservation objectives in spatial prioritisation. *Glob. Ecol. Conserv.* 11, 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.05.002>
- MAMAOT, 2012a. Estratégia Marinha para a subdivisão do Continente, Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Versão para consulta pública. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Julho de 2012.

- MAMAOT, 2012b. Diretiva Quadro Estratégia Marinha - estratégia Marinha para a subdivisão do Continente. Governo de Portugal.
- MAMAOT, 2011a. Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo 1.
- MAMAOT, 2011b. Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo.
- Margules, C.R., Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405, 243–253.
- Martins, F., Albuquerque, H., 2009. Gestão do Litoral e Política Pública em Portugal: um diagnóstico. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro. Cesam., in: Manejo Costero Integrado y Política Pública En Iberoamérica: Un Diagnóstico. Necesidad de Cambio.
- Martins, J., Sobral, P., 2011. Plastic marine debris on the Portuguese coastline: A matter of size? *Mar. Pollut. Bull.* 62, 2649–2653. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.028>
- Mazor, T., Possingham, H.P., Edelist, D., Brokovich, E., Kark, S., 2014. The crowded sea: Incorporating multiple marine activities in conservation plans can significantly alter spatial priorities. *PLoS One* 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104489>
- McNeely, J.A., Miller, K.R., Reid, W. V, Mittermeier, R.A., Werner, T.B., 1990. CONSERVING THE WORLD'S BIOLOGICAL DIVERSITY WORLD.
- MEA, 2003. Ecosystems and their services. *Ecosyst. Hum. Well-being A Framew. Assess.* 49–70.
- Mehri, A., Salmanmahiny, A., Momeni Dehaghi, I., 2017. Incorporating zoning and socioeconomic costs in planning for bird conservation. *J. Nat. Conserv.* 40, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.10.001>
- Metcalf, K., Vaz, S., Engelhard, G.H., Villanueva, M.C., Smith, R.J., Mackinson, S., 2015. Evaluating conservation and fisheries management strategies by linking spatial prioritization software and ecosystem and fisheries modelling tools. *J. Appl. Ecol.* 52, 665–674. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12404>
- Mills, M., Adams, V.M., Pressey, R.L., Ban, N.C., Jupiter, S.D., 2012. Where do national and local conservation actions meet? Simulating the expansion of ad hoc and systematic approaches to conservation into the future in Fiji. *Conserv. Lett.* 5, 387–398. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00258.x>
- Mordecai, G., Tyler, P.A., Masson, D.G., Huvenne, V.A.I., 2011. Litter in submarine canyons off the west coast of Portugal. *Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 58, 2489–2496.

<https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2011.08.009>

Mouat, J., Lozano, R.L., Bateson, H., 2010. Economic Impacts of Marine Litter. *Kommunernes Int. Mijloorganisation* 117.

OSPAR, 2016. 2016 Status Report on the OSPAR Network of Marine Protected Areas Biodiversity and Ecosystems Series.

Pagliuso, A.T., 2005. Benchmarking: Relatório do Comitê Temático. Rio de Janeiro.

Parker, S.R., Truscott, J., Harpur, C., Murphy, S.D., 2015. Exploring a Resilience-Based Approach to Spatial Planning in Fathom Five National Marine Park, Lake Huron, Canada, Using Marxan with Zones. *Nat. Areas J.* 35, 452–464. <https://doi.org/10.3375/043.035.0308>

Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres Jr., F., 1998. Fishing down marine food web: It is far more pervasive than we thought. *Science* (80-. ). 279, 860–863. <https://doi.org/10.1126/science.279.5352.860>

Possingham, H.P., Ball, I.R., Andelman, S.J., 2000. Mathematical methods for identifying representative reserve networks. *Quant. methods Conserv. Biol.* Springer-Verlag, New York 291–305. <https://doi.org/10.1007/0-387-22648-6>

Pressey, R.L., Humphries, C.J., Margules, C.R., Vane-Wright, R.I., Williams, P.H., 1993. Beyond Opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends Ecol. Evol.* 8, 124–128.

QGIS, 2018. QGIS 2.18 Desktop [WWW Document].

Ruiz-Frau, A., Kaiser, M.J., Edwards-Jones, G., Klein, C.J., Segan, D., Possingham, H.P., 2015. Balancing extractive and non-extractive uses in marine conservation plans. *Mar. Policy* 52, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.10.017>

Santos, Ricardo; Gonçalves, E., 2010. Áreas Marinhas Protegidas. *Políticas Públicas do Mar - para um novo conceito estratégico nacional*. Esfera do Caos Editores, pp. 119–128.

Santos, F., Lopes, A., Moniz, G., Ramos, L., Taborda, R., 2017. Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança.

Saraiva, A.F.F., 2017. Ferramentas de Apoio à Gestão do Espaço Marítimo – o exemplo do Marxan. Universidade de Aveiro.

Schmidt, L., Santos, F.D., Prista, P., Saraiva, T., Gomes, C., 2012. Alterações climáticas, sociais e políticas em Portugal: processos de governança num litoral em risco. *Ambient. Soc.* 15, 23–40. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000100003>

- Schröter, M., Rusch, G.M., Barton, D.N., Blumentrath, S., Nordén, B., 2014. Ecosystem services and opportunity costs shift spatial priorities for conserving forest biodiversity. *PLoS One* 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112557>
- Sini, M., Katsanevakis, S., Koukourouvli, N., Gerovasileiou, V., Dailianis, T., Buhl-Mortensen, L., Damalas, D., Dendrinou, P., Dimas, X., Frantzis, A., Gerakaris, V., Giakoumi, S., Gonzalez-Mirelis, G., Hasiotis, T., Issaris, Y., Kavadas, S.G., Koutsogiannopoulos, D.D., Koutsoubas, D., Manoutsoglou, E., Markantonatou, V., Mazaris, A.D., Poursanidis, D., Papatheodorou, G., Salomidi, M., Topouzelis, K., Trygonis, V., Vassilopoulou, V., Zotou, M., 2017. Assembling Ecological Pieces to Reconstruct the Conservation Puzzle of the Aegean Sea. *Front. Mar. Sci.* 4, 1–22. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00347>
- Smith, R.J., Eastwood, P.D., Ota, Y., Rogers, S.I., 2009. Developing best practice for using Marxan to locate marine protected areas in European waters. *ICES J. Mar. Sci.* 66, 188–194. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn198>
- Stelzenmüller, V., Lee, J., South, A., Foden, J., Rogers, S.I., 2013. Practical tools to support marine spatial planning: A review and some prototype tools. *Mar. Policy* 38, 214–227. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.05.038>
- Trindade, J., Ramos-Pereira, A., 2013. Inundation and erosion susceptibility in wave dominated beaches. *Finisterra* 48, 83–104. <https://doi.org/10.18055/Finis3133>
- Turismo de Portugal, 2016. Relatório De Sustentabilidade.
- UE, 2006. Convenção sobre a Diversidade Biológica : Implementação na União Europeia Índice 3–30.
- UNCLOS, 1994. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Assembleia da República nº 60-B/97. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- United Nations, 1992. Convention on biological diversity.
- Watts, M., Steinback, C., Klein, C., 2008. User Guide : Applying Marxan with Zones - North central coast of California marine study.
- Watts, M.E., Ball, I.R., Stewart, R.S., Klein, C.J., Wilson, K., Steinback, C., Lourival, R., Kircher, L., Possingham, H.P., 2009. Marxan with Zones: Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning. *Environ. Model. Softw.* 24, 1513–1521. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.06.005>

- Watts, M.E., Klein, C.J., Stewart, R., Ball, I., Possingham, H., 2008. Marxan with Zones (v.1.0.1) - Conservation Zoning using Spatially Explicit Annealing.
- Wendt, H.K., Weeks, R., Comley, J., Aalbersberg, W., 2016. Systematic conservation planning within a Fijian customary governance context. *Pacific Conserv. Biol.* 22, 173–181. <https://doi.org/10.1071/PC16001>
- Yates, K.L., Schoeman, D.S., Klein, C.J., 2015. Ocean zoning for conservation, fisheries and marine renewable energy: Assessing trade-offs and co-location opportunities. *J. Environ. Manage.* 152, 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.045>
- Yeum, J.H., Han, B.H., Choi, J.W., 2018. A framework for conservation area designation utilizing an ecotope concept and its application to a mountainous national park in Korea. *Landsc. Ecol. Eng.* 14, 245–256. <https://doi.org/10.1007/s11355-018-0347-0>
- Zanella, A., 2016. Maritime Spatial Planning in a transboundary and multi-use area: the design of a network of Marine Reserves in the Kattegat Sea using sistematic conservation planning software Marxan. Venezia; Sevilla; Açores.
- Zanella, A., Costa, A.C., 2015. MSP to maximize conservation targets in a marine multi-use area.

## Anexo I

*Tabela I – Tabela síntese dos elementos recolhidos para apoiar a análise benchmarking*

Referência	Título
(Ruiz-Frau et al., 2015)	“Balancing extractive and non-extractive uses in marine conservation plans”
(Levin et al., 2013)	“A framework for systematic conservation planning and management of Mediterranean landscapes”
(Mehri et al., 2017)	“Incorporating zoning and socioeconomic costs in planning for bird conservation”
(Adams et al., 2016)	“Using optimal land-use scenarios to assess trade-offs between conservation, development, and social values”
(Jumin et al., 2017)	“From Marxan to management: ocean zoning with <i>stakeholders</i> for Tun Mustapha Park in Sabah, Malaysia”
(Hermoso et al., 2015)	“Catchment zoning for freshwater conservation: refining plans to enhance action on the ground”
(Hermoso et al., 2016)	“Catchment zoning to unlock freshwater conservation opportunities in the Iberian Peninsula”
(Bernasconi et al., 2016)	“Constraining forest certificate's market to improve cost-effectiveness of biodiversity conservation in São Paulo state, Brazil”
(Law et al., 2017)	“Mixed policies give more options in multifunctional tropical forest landscapes”
(Lourival et al., 2011)	“What is missing in biosphere reserves accountability? “
(Mazor et al., 2014)	“The Crowded Sea: incorporating multiple marine activities in conservation plans can significantly alter spatial priorities”
(Metcalf et al., 2015)	“Evaluating conservation and fisheries management strategies by linking spatial prioritization <i>software</i> and ecosystem and fisheries modelling tools”
(Mills et al., 2012)	“Where do national and local conservation actions meet? Simulating the expansion of ad hoc and systematic approaches to conservation into the future in Fiji”
(Schröter et al., 2014)	“Ecosystem services and opportunity costs shift spatial priorities for conserving forest biodiversity”
(Yates et al., 2015)	“Ocean zoning for conservation, fisheries and marine renewable energy: assessing trade-offs and co-location opportunities”
(Magris et al., 2017)	“Integrated conservation planning for coral reefs: designing conservation zones for multiple conservation objectives in spatial prioritization”
(Yeum et al., 2018)	“A framework for conservation area designation utilizing an ecotope concept and its application to a mountainous national park in Korea”
(Wendt et al., 2016)	“Systematic conservation planning within a Fijian customary governance context”
(Klein et al., 2010)	“Spatial marine zoning for fisheries and conservation”
(Parker et al., 2015)	“Exploring a resilience-based approach to spatial planning in Fathom Five National Marine Park, Lake Huron, Canada, using Marxan with Zones”
(Hermoso et al., 2018)	“Catchment zoning to enhance co-benefits and minimize trade-offs between ecosystem services and freshwater biodiversity conservation”

Referência	Palavras-chave	Região do globo
(Ruiz-Frau et al., 2015)	fisheries, recreation, marine zoning, <i>stakeholders</i> , Marxan, socioeconomic data	País de Gales
(Levin et al., 2013)	conservation planning, decision support tools, local scale management, Marxan, mediterranean ecosystem, succession	Israel
(Mehri et al., 2017)	systematic conservation planning, Marxan with Zones, socioeconomic costs, zoning, MaxEnt, Hyrcanian mixed forests	Irão
(Adams et al., 2016)	ND	Austrália
(Jumin et al., 2017)	biodiversity, Coral Triangle Initiative, marine protected area, Marxan, representation, sustainable resource use, systematic conservation planning, zoning	Malásia
(Hermoso et al., 2015)	catchment management zones, connectivity, conservation planning, cost-effectiveness, critical management zones, freshwater focal areas, Marxan with Zones, systematic planning	Austrália
(Hermoso et al., 2016)	amphibians, freshwater fish, management zones, Marxan with Zones, Natura 2000, reptiles, systematic conservation planning	Portugal e Espanha
(Bernasconi et al., 2016)	ND	Brasil
(Law et al., 2017)	biodiversity conservation, Borneo, ecosystem services, integer programming, Kalimantan, land-sharing, land-sparing, land-use allocation, production possibility frontier, wildlife-friendly farming	Indonésia
(Lourival et al., 2011)	zoning, systematic planning, pantanal wetland, conservation, UNESCO-MAB, Marxan for zoning	Brasil
(Mazor et al., 2014)	ND	Israel (águas territoriais)
(Metcalf et al., 2015)	Ecopath with Ecosim, Ecospace, marine spatial zoning, marine trophic index, Marxan, Marxan with Zones, systematic conservation planning	Reino Unido
(Mills et al., 2012)	conservation planning, opportunity, systematic, marine, Maxent, implementation, ad hoc	Ilhas Fiji
(Schröter et al., 2014)	ND	Noruega
(Yates et al., 2015)	marine protected areas, fisheries management, offshore wind farms, tidal energy, marine spatial planning	Irlanda do Norte
(Magris et al., 2017)	biodiversity conservation, marine reserve design, marine reserve, connectivity, climate change	Brasil
(Yeum et al., 2018)	protected area, Zonation, watershed, mapping, Marxan with Zones	Coreia do Sul
(Wendt et al., 2016)	ND	Ilhas Fiji
(Klein et al., 2010)	ND	EUA - Califórnia
(Parker et al., 2015)	Great Lakes, Marxan with Zones, protected areas, resilience, spatial planning, zoning	Canadá
(Hermoso et al., 2018)	agriculture suitability, flood regulation, freshwater, management zones, Marxan with Zones, perennial water, recreational fisheries	Austrália



Referência	Objetivo
(Ruiz-Frau et al., 2015)	avaliar os efeitos socioeconómicos da integração de dados de usos não-extrativos, recreacionais e extrativos no ambiente marinho na conceção de MPA, colaborando com <i>stakeholders</i> na aplicação das AP
(Levin et al., 2013)	aplicar uma estratégia de planeamento de conservação a uma escala local
(Mehri et al., 2017)	identificar áreas para observação de aves, minimizando os impactes socioeconómicos
(Adams et al., 2016)	incorporar as preferências dos <i>stakeholders</i> na seleção dos cenários para o uso do território
(Jumin et al., 2017)	atingir metas de representação dos habitats e espécies no parque
(Hermoso et al., 2015)	diretrizes para criar um plano com várias zonas de conservação em áreas de captações de água doce
(Hermoso et al., 2016)	melhorar a gestão dos sistemas de água doce recorrendo a propostas com vários níveis de proteção
(Bernasconi et al., 2016)	avaliar o custo-eficiência potencial para trocas na reserva legal de São Paulo
(Law et al., 2017)	negociar com pequenos agricultores e produtores de óleo palma para alcançar objetivos de conservação
(Lourival et al., 2011)	aplicar o planeamento sistemático de conservação na atualização das reservas biológicas
(Mazor et al., 2014)	avaliar a influência de múltiplas atividades marinhas na definição dos planos de conservação
(Metcalf et al., 2015)	avaliar potenciais trocas/negócios entre diferentes estratégias de gestão das AMP
(Mills et al., 2012)	prever os benefícios marginais para a representação dos ecossistemas das águas marinhas costeiras, com base na abordagem sistemática e na ad hoc, e informar a comunidade política
(Schröter et al., 2014)	avaliar a inclusão dos serviços dos ecossistemas na conservação da biodiversidade florestal e verificar como diferentes custos podem afetar a prioridade espacial
(Yates et al., 2015)	zonamento do oceano para multiactividades - avaliar oportunidades negócios e co-localizações de atividades
(Magris et al., 2017)	planeamento e criação de zonas de conservação com multiobjectivos para recifes de corais
(Yeum et al., 2018)	definição de uma estrutura para a criação de uma área de conservação num parque nacional montanhoso
(Wendt et al., 2016)	conceção de uma rede de AMP que cumpra objetivos locais e provinciais com uma ferramenta de planeamento sistemático
(Klein et al., 2010)	aplicar o zonamento para conceber uma rede com quatro tipos de áreas protegidas e que minimizem os impactos socioeconómicos
(Parker et al., 2015)	explorar uma abordagem baseada na resiliência para apoiar o planeamento espacial
(Hermoso et al., 2018)	zonamento de áreas de pesca, minimizando os impactes na conservação da biodiversidade e nos serviços dos ecossistemas

Referência	Área de estudo	Nº de recursos de conservação
(Ruiz-Frau et al., 2015)	entre 1441 e os 4780km <sup>2</sup> (depende do cenário)	37
(Levin et al., 2013)	4,5km <sup>2</sup>	6 estruturas vegetativas
(Mehri et al., 2017)	6 166,7km <sup>2</sup>	15 espécies de pássaros na IUCN Red List
(Adams et al., 2016)	52 000km <sup>2</sup>	348 recursos (106 peixes, 106 pássaros, 13 tartarugas, 104 plantas, 9 fronteiras de biorregiões, 5 locais SIC, 4 zonas húmidas, 1 floresta tropical)
(Jumin et al., 2017)	10 200 km <sup>2</sup>	68 recursos (15 espécies e habitats e 2 recursos socioeconómicos para cada um dos 4 bioregiões)
(Hermoso et al., 2015)	53000km <sup>2</sup>	45 peixes
(Hermoso et al., 2016)	583000km <sup>2</sup>	91
(Bernasconi et al., 2016)	250 000km <sup>2</sup> (área do estado de São Paulo)	2 biomas (cerrado e floresta atlântica)
(Law et al., 2017)	ND	16 recursos (5 tipos de florestas e modelos de distribuição de 11 espécies de primatas)
(Lourival et al., 2011)	251 569km <sup>2</sup>	293 recursos (117 distribuições de espécies de vertebrados, características do solo, distância ao rio, vegetação, áreas indígenas e de ranchos)
(Mazor et al., 2014)	4200km <sup>2</sup>	166 recursos (153 peixes, 2 espécies de tartarugas marinhas, 1 mamíferos marinhos e 10 características geomorfológica)
(Metcalf et al., 2015)	canal da Mancha	58 recursos (34 espécies e 24 habitats bentónicos)
(Mills et al., 2012)	30000km <sup>2</sup>	vários ecossistemas de corais, zonas intertidais, mangais e substratos bentónicos
(Schröter et al., 2014)	15300km <sup>2</sup>	59 recursos de biodiversidade florestal e 5 serviços ecossistemas (depende do cenário)
(Yates et al., 2015)	4600km <sup>2</sup>	60 recursos (45 habitats, 2 espécies, 2 áreas de desova, 5 locais de ninho/nascimento, 6 zonas profundas)
(Magris et al., 2017)	costa do Brasil	214 recursos (23 ecossistemas, 79 peixes de corais, 32 espécies de peixes em risco extinção e 47 espécies endémicas, dados de conectividade e dados derivados do aquecimento global)
(Yeum et al., 2018)	398,2km <sup>2</sup>	4 mamíferos, 17 espécies ameaçadas, entre outros recursos
(Wendt et al., 2016)	719km <sup>2</sup>	recifes de corais, estruturas bentónicas, outros habitats
(Klein et al., 2010)	1977,5km <sup>2</sup>	32 recursos de biodiversidade, 3 zonas de profundidade, 3 regiões biogeográficas
(Parker et al., 2015)	114km <sup>2</sup>	56 recursos (estruturas bentónicas, costeiras e pelágicas, estruturas e funções de ecossistemas e estruturas sociais)
(Hermoso et al., 2018)	53000km <sup>2</sup>	139 recursos (peixes, tartarugas, pássaros)

Referência	Atividades socioeconómicas consideradas	Custo de implementação
(Ruiz-Frau et al., 2015)	pescas e atividades recreativas	corresponde ao lucro retirado das atividades socioeconómicas
(Levin et al., 2013)	pastagens	ND
(Mehri et al., 2017)	silvicultura e atividades recreativas	valor económico das florestas (silvicultura) e valor económico do turismo (atividades recreacionais)
(Adams et al., 2016)	agricultura intensiva, pastorícia, pastagens, atividades recreativas, mineração	custo da UP corresponde ao custo do espaço em questão
(Jumin et al., 2017)	pesca, turismo, captura de tartarugas e ovos	distância às vilas de pescadores e aos locais de pesca
(Hermoso et al., 2015)	agricultura e pastagem	intensidade de ameaça – espécies invasoras ou qualidade ecológica dos habitats
(Hermoso et al., 2016)	desenvolvimento urbano e agricultura intensiva	Intensidade de ameaça - relacionado com o uso do solo e respetivas atividades
(Bernasconi et al., 2016)	agricultura, indústria	valor dos terrenos ou distância
(Law et al., 2017)	produção do óleo de palma, pequenos agricultores, florestas, zonas de conservação protegidas	custo de reflorestação
(Lourival et al., 2011)	agricultura, indústria primária, energia e transportes	37 variáveis - custos de aquisição, densidade do gado, desflorestação, distância a rios e estradas, erosão, risco incêndio, fragilidade, tipo de solos, subclasses de vegetação
(Mazor et al., 2014)	pesca comercial, exploração de hidrocarbonetos, aquicultura, rotas de navegação, mergulho, áreas militares, usinas de dessalinização	associado ao valor potencial das atividades de pesca e da exploração de hidrocarbonetos
(Metcalf et al., 2015)	pesca	esforço de pesca – monitorização de 8 tipos de frotas de pesca
(Mills et al., 2012)	pesca	inverso da <i>layer</i> da adequabilidade
(Schröter et al., 2014)	caça, pastagens, produção lenha e atividades recreativas	valor de madeira cortada
(Yates et al., 2015)	pesca, energia - ondas, vento; aquicultura, conservação/reserva)	valor de pesca perdido
(Magris et al., 2017)	pesca	custo-específico por célula ao incluir recifes na AMP (relacionado com índice de desenvolvimento costeiro - pressão de pesca ou distância aos centros urbanos) ou da implementação de uma AMP alternativa
(Yeum et al., 2018)	atividades recreativas e estruturas de gestão	custo do índice biótomo, do declive e do trilho na UP
(Wendt et al., 2016)	colheitas de subsistência, pesca comercial, agricultura	intensidade de pesca, áreas em disputa pela posse, distâncias às vilas
(Klein et al., 2010)	pesca e conservação	valor comercial do pescado
(Parker et al., 2015)	pesca, infraestruturas comerciais, rotas de transporte	docas, rotas tráfego, áreas de pesca
(Hermoso et al., 2018)	pesca, agricultura, pastorícia, pesca recreacional	custo da área de subcaptação

Referência	Tamanho da UP	Nº total de UP selecionadas	Metas de conservação da biodiversidade
(Ruiz-Frau et al., 2015)	5x5km	779	mínimo de 30% por cada recurso
(Levin et al., 2013)	10x10m	43998	depende do cenário, varia entre 3 e 38%
(Mehri et al., 2017)	50ha	11094	superior a 30%
(Adams et al., 2016)	270ha	19402	17% todas espécies vegetais e animais; 100% SIC, floresta tropical e zonas húmidas
(Jumin et al., 2017)	ND	ND	30% de representatividade dos habitats e espécies; 100% dos locais históricos e grutas de calcário
(Hermoso et al., 2015)	66km <sup>2</sup>	890	25 a 75% espécies ou 200km <sup>2</sup> de reserva para todas as espécies
(Hermoso et al., 2016)	100km <sup>2</sup>	5938	superior a 75% das subcaptações incluídas na RN2000 ou 7300km <sup>2</sup> distribuição espacial por espécie
(Bernasconi et al., 2016)	500ha (hexágono)	50600	ND
(Law et al., 2017)	100ha (hexágono)	ND	entre 29 e 37% das florestas e 30% no caso dos primatas
(Lourival et al., 2011)	10000ha	3727	entre 20% e 70% para vegetação e recursos hídricos, entre 30% até 100% em espécies selvagens e gado com valor económico e nas zonas indígenas
(Mazor et al., 2014)	1*1 km	4205	varia entre 10, 25, 50, 75, 100%
(Metcalf et al., 2015)	31,4 km <sup>2</sup>	ND	0, 20, 40, 60, 80, 100% (depende do cenário)
(Mills et al., 2012)	0,5km <sup>2</sup>	ND	10% de representação do substrato bentónico de todas as classes profundidade e 30% de todos os outros ecossistemas
(Schröter et al., 2014)	25ha (500*500m)	43513	5, 15, 20, 30 até 100%, depende do recurso
(Yates et al., 2015)	1km <sup>2</sup>	5169	5, 15-25, 10, 30-82, 80-94 % depende da zona
(Magris et al., 2017)	10*10km	176	100% para recursos criticamente em perigo; maioritariamente entre 3 a 100% - depende do tipo de ecossistema ou grupo funcional, da sua dispersão ou estado conservação
(Yeum et al., 2018)	bacia hidrográfica	1 (opção pela bacia hidrográfica ao invés da divisão em hexágonos ou quadrados)	as metas por zona variam entre 5, 20, 25, 30, 50, 70%
(Wendt et al., 2016)	1,5ha (hexágono)	29728	30% recife <i>iqoliqoli</i> /habitats; 80% dos locais de desova nos recifes, sítios culturais e de ninhos de tartarugas; 60% de cada <i>iqoliqoli</i> que continua aberto a pesca
(Klein et al., 2010)	ND	3610	perdas inferiores a 9% na pesca; as metas dependem do cenário. Cenário 1 - 1 até 10% nas no-take zones ou 20% nas restante 4 zonas; cenário 2 - 1 até 100% nas pescas em zonas não restritas a pesca
(Parker et al., 2015)	1ha (hexágono)	ND	10, 20, 30, 70, 100 (depende da zona)
(Hermoso et al., 2018)	1ha (hexágono)	ND	5, 10, 25, 35, 50, 75% quantidade de serviços dos ecossistemas e 200km <sup>2</sup> para cada recurso de biodiversidade

## Anexo II

*Tabela II - Preços médios anuais da pesca descarregada (INE, 2018)*

Principais espécies	Preço do pescado, €/kg
Abrótea	3,88
Amêijoas	2,45
Atum e similares	4,98
Carapau	0,85
Cavala	0,41
Cherne	19,53
Dourada	11,91
Faneca	1,58
Lampreia	17,27
Lulas	8,95
Mexilhão	0,41
Pargo	13,28
Pescada	3,28
Polvos	6,52
Potas	2,66
Robalo	11,39
Sardinha	1,64
Sargo	4,33
Sável	3,47
Solha	4,41
Tamboril	5,88
Truta	3,26
Verdinho	0,51